



BỘ CÔNG THƯƠNG

CHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN DỊCH NĂNG LƯỢNG
BỀN VỮNG VIỆT NAM - EU (SETP)



Funded by
the European Union



TỔ CHỨC PHÁT TRIỂN CÔNG NGHIỆP
LIÊN HỢP QUỐC

HƯỚNG DẪN KỸ THUẬT

TỐI ƯU HÓA HỆ THỐNG HƠI CÔNG NGHIỆP



Hà Nội, 2024

HƯỚNG DẪN KỸ THUẬT
Dành cho nhân viên kỹ thuật doanh nghiệp công nghiệp

TỐI ƯU HÓA HỆ THỐNG HƠI CÔNG NGHIỆP

TÀI LIỆU ĐƯỢC PHÁT TRIỂN CHO DỰ ÁN IEEP

Đẩy mạnh hoạt động tiết kiệm năng lượng trong các doanh nghiệp công nghiệp lớn thông qua hệ thống quản lý năng lượng và tối ưu hóa hệ thống và thực hành tiết kiệm năng lượng trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Việt Nam

LỜI MỞ ĐẦU

Hiện nay, hơi nước vẫn là nguồn cấp nhiệt chính trong các xí nghiệp công nghiệp. Trong thực tế, hàng nghìn lò hơi công nghiệp với thiết kế và công suất khác nhau đang được sử dụng trong cả nước. Việc nâng cao hiệu quả và tối ưu hóa hệ thống hơi có thể mang lại nhiều lợi ích về kinh tế và môi trường cho doanh nghiệp và đất nước.

Tài liệu “Hướng dẫn tối ưu hóa hệ thống hơi công nghiệp” – Phiên bản rút gọn được biên soạn để cung cấp những kiến thức và kinh nghiệm vận hành tốt nhất hệ thống hơi công nghiệp cho đối tượng là các nhà quản lý và người trực tiếp vận hành. Tài liệu được cấu trúc thành 3 chương chính.

Chương 1: Giới thiệu về hệ thống hơi và các vấn đề cơ bản về hệ thống hơi

Chương 2: Phương pháp tiếp cận hệ thống hơi

Chương 3: Các cơ hội tiết kiệm năng lượng

Tuyên bố miễn trừ trách nhiệm

Tài liệu này được thực hiện trong khuôn khổ Dự án “Đẩy mạnh hoạt động tiết kiệm năng lượng trong các doanh nghiệp công nghiệp lớn thông qua hệ thống quản lý năng lượng và tối ưu hóa hệ thống và thực hành tiết kiệm năng lượng trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Việt Nam” (Dự án IEEP) do Liên minh Châu Âu (EU) tài trợ, Bộ Công Thương quản lý và Tổ chức phát triển công nghiệp liên hợp quốc (UNIDO) thực hiện. Nội dung tài liệu thuộc trách nhiệm duy nhất của dự án và không nhất thiết phản ánh quan điểm của bất kỳ cá nhân hay tổ chức nào.

MỤC LỤC

MỤC LỤC	2
DANH MỤC HÌNH	5
DANH MỤC BẢNG	6
CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG HƠI VÀ CÁC VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ HỆ THỐNG HƠI	7
1.1 Hệ thống hơi nước và các khu vực công nghiệp chính sử dụng	7
1.1.1 Các lĩnh vực công nghiệp chính sử dụng hơi nước	7
1.1.2 Ưu điểm của việc sử dụng hơi	8
1.2 Tình hình sử dụng năng lượng trong hệ thống hơi	8
1.3 Các bộ phận cơ bản của hệ thống hơi	9
1.3.1 Các thành phần cơ bản của hệ thống hơi	9
1.3.2 Khu vực sản xuất hơi	11
1.3.3 Hệ thống phân phối hơi	14
1.3.4 Hộ tiêu thụ hơi	15
1.3.5 Hệ thống thu hồi nước ngưng	15
CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN HỆ THỐNG HƠI	17
2.1 Tổng quan về phương pháp tiếp cận toàn hệ thống hơi	17
2.1.1 Các bước thực hiện phương pháp tiếp cận hệ thống	17
2.1.2 Tối ưu hóa hệ thống hơi (SSO)	18

2.2 Sử dụng Công cụ đánh giá hệ thống hơi (Steam System Scoping Tool) (SSST) để xác định định tính các cơ hội vận hành tối ưu	19
2.3 Một số thiết bị đo sử dụng trong xây dựng hồ sơ hệ thống hơi ...	21
2.4 Một số quy định về vận hành an toàn hệ thống hơi	23
2.4.1 Những mối nguy hiểm khi sử dụng lò hơi.....	23
2.4.2 Quy tắc an toàn	24
CHƯƠNG 3. CÁC CƠ HỘI TIẾT KIEM NĂNG LƯỢNG.....	26
3.1 Khu vực sản xuất.....	26
3.1.1 Điều chỉnh lượng không khí thừa tối ưu.....	26
3.1.2 Lắp đặt thiết bị thu hồi nhiệt.....	30
3.1.3 Làm sạch bề mặt trao đổi nhiệt của lò hơi	30
3.1.4 Cải thiện việc xử lý nước để giảm lượng nước xả đáy lò hơi.	31
3.1.5 Thu hồi năng lượng từ quá trình xả lò hơi.....	32
3.1.6 Thu hồi năng lượng từ xả lò.....	34
3.1.7 Khôi phục vật liệu cách nhiệt của lò hơi	35
3.1.8 Giảm thiểu số lượng lò hơi vận hành	35
3.1.9 Nghiên cứu chuyển đổi nhiên liệu	36
3.1.10 Tối ưu hóa hoạt động của bộ khử khí	37
3.2 Hệ thống phân phối.....	39
3.2.1 Sửa chữa các điểm rò rỉ hơi nước.....	39
3.2.2 Giảm thiểu việc xả hơi nước	40

3.2.3 Đảm bảo đường ống, van, phụ kiện và bình chứa của hệ thống hơi nước được cách nhiệt tốt.....	41
3.2.4 Cô lập dòng hơi khỏi các đường ống không sử dụng	43
3.2.5 Giảm lưu lượng qua các trạm giảm áp.....	44
3.2.6 Giảm sụt áp ở các ống góp.....	44
3.2.7 Xả nước ngưng khỏi các ống góp hơi	46
3.3 Các hệ tiêu thụ thông dụng.....	47
3.4 Khu vực thu hồi nước ngưng.....	50
3.4.1 Thực hiện một chương trình quản lý và bảo trì bẫy hơi hiệu quả.....	50
3.4.2 Tận dụng nước ngưng có sẵn càng nhiều càng tốt.....	53
3.4.3 Tận dụng nước ngưng ở nhiệt năng cao nhất có thể	55
3.4.4 Cho giãn nở nước ngưng áp suất cao để tạo ra hơi áp suất thấp.....	55

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Hệ thống 1 mức áp suất	10
Hình 1.2. Hệ thống 2 mức áp suất	10
Hình 1.3. Hệ thống 3 mức áp suất	11
Hình 1.4. Cấu trúc các loại lò hơi ống lửa (a), ống nước (b), loại kết hợp (c)	11
Hình 1.5. Hình ảnh 1 số thiết bị phụ trợ	12
Hình 1.6. Lưu trữ và xử lý nhiên liệu	13
Hình 1.7. Bình khử khí	13
Hình 1.8. Thiết bị xử lý nước	14
Hình 1.9. Đường ống cấp hơi	15
Hình 2.1: Đầu đo loại can nhiệt hoặc nhiệt điện trở đi kèm với bộ hiển thị và đầu đo nhiệt độ cơ hiển thị tại chỗ	22
Hình 2.2. Thiết bị phân tích khói thải	23
Hình 3.1. Các bộ phận cơ bản của hệ thống hơi	26
Hình 3.2. Hệ thống điều khiển theo vị trí	27

Hình 3.3. Hệ thống điều khiển tự động vi chỉnh ôxy	28
Hình 3.4. Điều khiển xả lò tự động	33
Hình 3.5. Thu hồi năng lượng từ nước xả lò	35
Hình 3.6. Tỷ lệ sử dụng hơi trong ngành chế biến thực phẩm và đồ uống	48
Hình 3.7. Trao đổi nhiệt gián tiếp hơi – nước	49
Hình 3.8. Hóa hơi nước ngưng áp suất cao để tạo ra hơi áp suất thấp	56

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1. Ví dụ bảng tóm tắt các kết quả trung bình cho một hệ thống hơi công nghiệp từ SSST	20
Bảng 3.1. Hàm lượng ôxy trong khói thải khuyến nghị áp dụng	28

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG HƠI VÀ CÁC VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ HỆ THỐNG HƠI

1.1 Hệ thống hơi nước và các khu vực công nghiệp chính sử dụng

1.1.1 Các lĩnh vực công nghiệp chính sử dụng hơi nước

Hơi nước (thường gọi tắt là *hơi*) được dùng phổ biến trong công nghiệp cho mục đích gia nhiệt và các quá trình công nghệ. Một số nhóm hệ tiêu thụ hơi chính có thể được liệt kê như sau:

- **Hệ tiêu thụ cỡ lớn:**

- Hóa dầu;
- Lọc dầu;
- Chế biến lâm sản;
- Thực phẩm và đồ uống;
- Nhựa;
- Cao su;
- Dệt may;
- Dược phẩm;
- Chế tạo, lắp ráp.



- **Các hệ tiêu thụ hơi cỡ vừa:**

- Sưởi ấm thương mại cỡ lớn;
- Nhà máy bia;
- Giặt là;

- Chế tạo kim loại;
 - Hệ thống chiller hấp thụ lớn.
- **Hệ tiêu thụ nhỏ:**
- Điện tử;
 - Phòng sơn;
 - Hệ thống tạo ẩm.

1.1.2 Ưu điểm của việc sử dụng hơi

- Nguồn gia nhiệt hiệu quả với nhiệt độ ổn định, có năng lượng chuyển đổi trên một đơn vị khối lượng cao nhất (dưới dạng nhiệt ẩn hóa hơi);
- Hiệu quả về chi phí để phân phối tới nơi sử dụng;
- Khi sử dụng hơi nước bão hòa, nhiệt độ và áp suất của nó có quan hệ nhiệt động lực với nhau, do đó nhiệt độ hệ thống có thể được kiểm soát rất chính xác bằng cách kiểm soát áp suất hơi nước đến hệ tiêu thụ cuối cùng;
- Hơi có thể sử dụng trong truyền và chuyển đổi năng lượng linh hoạt do có thể sử dụng để gia nhiệt cũng như phát điện;
- Có thể ứng dụng tốt ở cả quy mô lớn và quy mô nhỏ.

1.2 Tình hình sử dụng năng lượng trong hệ thống hơi

Hiện nay, hơi nước vẫn là nguồn cấp nhiệt chính trong công nghiệp do đó có hàng nghìn lò hơi công nghiệp đang được sử dụng trong cả nước. Tuy nhiên, nhiều lò hơi và mạng hơi hiện nay, đặc biệt là các lò hơi thế hệ cũ vẫn bị đánh giá là có hiệu suất sử dụng nhiên liệu thấp, mức độ tự động hóa chưa cao nên chưa hiệu quả về mặt kinh tế. Về nhiên liệu, hiện nay các lò hơi công nghiệp chủ yếu sử dụng sinh khối (biomass), than nội địa, than nhập khẩu làm nhiên liệu. Chỉ một số lò hơi đốt dầu, đốt gas hiện đang được sử dụng.

Việc nâng cao hiệu quả và tối ưu hóa hệ thống hơi có thể mang lại nhiều lợi ích cho doanh nghiệp và đất nước:

- Đối với doanh nghiệp, tiết kiệm năng lượng chính là tiết kiệm chi phí vận hành, giảm phát thải khí nhà kính, nâng cao độ ổn định sản xuất và tuổi thọ của thiết bị;
- Do các nguồn tài nguyên than, dầu, khí đang dần cạn kiệt, nên việc sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả là giải pháp thiết thực, góp phần quan trọng đảm bảo an ninh năng lượng, giảm tình trạng nóng lên toàn cầu;
- Việt Nam đã tuyên bố đạt phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050 tại Hội nghị COP 28. Trong cơ cấu phát thải khí nhà kính của Việt Nam, lĩnh vực năng lượng có tỷ trọng phát thải lớn nhất, chiếm 65% tổng phát thải.

1.3 Các bộ phận cơ bản của hệ thống hơi

1.3.1 Các thành phần cơ bản của hệ thống hơi

a) Khu vực sản xuất hơi

- Lò hơi;
- Thiết bị phụ trợ của lò hơi;
- Thiết bị xử lý nước;
- Bình khử khí;
- Thiết bị lưu trữ và chuẩn bị nhiên liệu.

b) Hệ thống phân phối

- Đường ống hơi;
- Trạm giảm áp.

c) Thiết bị sử dụng hơi

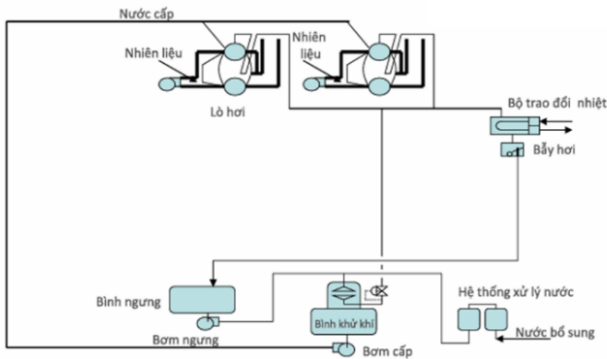
- Tuabin hơi nước;
- Bộ trao đổi nhiệt;
- Vòi phun hơi trực tiếp;

- Cột chưng cất phân đoạn;
- Thiết bị bay hơi.

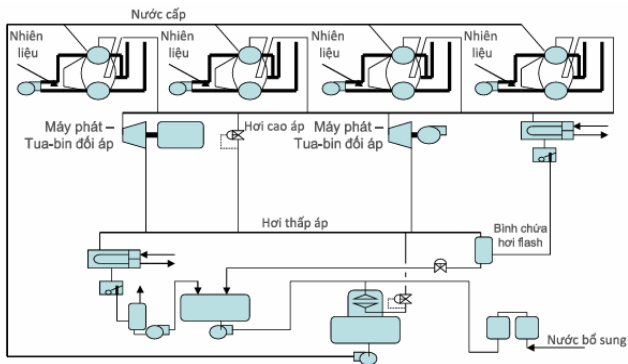
d) Hệ thống thu hồi nước ngưng

- Bẫy hơi;
- Hệ thống thu hồi, bình chứa nước ngưng;
- Bơm nước ngưng.

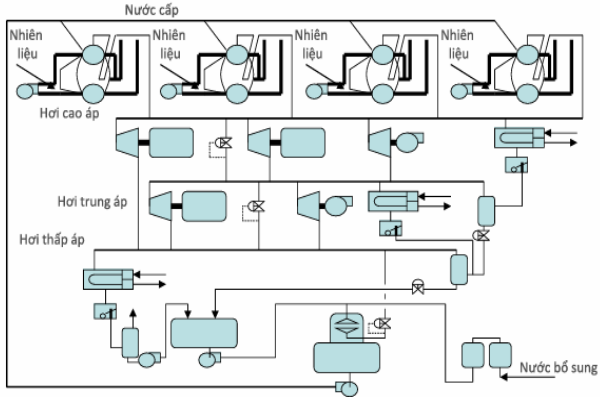
Hình 1.1-1.3 thể hiện sơ đồ hệ thống hơi có 1 mức áp suất, 2 mức áp suất và 3 mức áp suất thường gặp trong thực tế.



Hình 1.1. Hệ thống 1 mức áp suất.



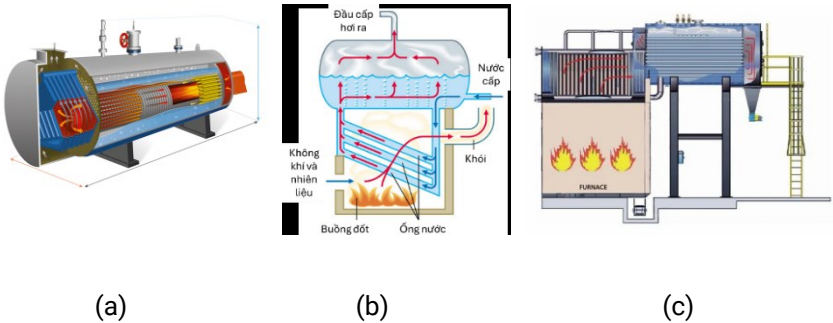
Hình 1.2. Hệ thống 2 mức áp suất.



Hình 1.3. Hệ thống 3 mức áp suất.

1.3.2 Khu vực sản xuất hơi

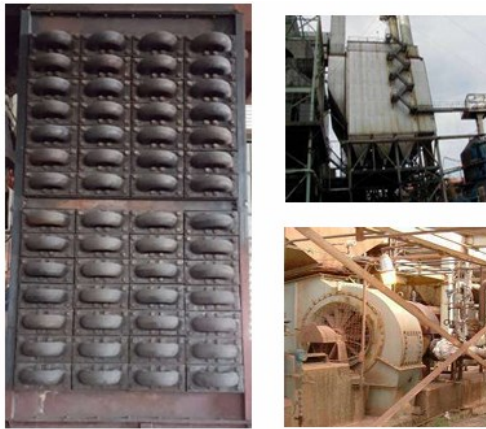
- **Lò hơi:** Lò hơi là thiết bị sử dụng nhiệt năng (thường là từ quá trình đốt nhiên liệu) để đun nước thành hơi có áp suất và nhiệt độ cần thiết, phục vụ cho các quá trình công nghệ. Lò hơi nếu xét theo góc độ chuyển động của khối và nước trong lò có thể chia thành 2 dạng: Lò hơi ống lửa và lò hơi ống nước. Bên cạnh 2 nhóm lò chính này, dạng lò hơi tổ hợp ống lửa – ống nước đang được sử dụng khá phổ biến ở Việt Nam.



Hình 1.4. Cấu trúc các loại lò hơi ống lửa (a), ống nước (b), loại kết hợp (c).

Các thiết bị phụ trợ

- ❖ Quạt: Quạt thổi (quạt cấp gió), quạt hút (quạt khói);
- ❖ Bộ sấy không khí;
- ❖ Bộ hâm nước;
- ❖ Van lưu lượng nhiên liệu và điều khiển quá trình cháy;
- ❖ Thiết bị/hệ thống kiểm soát không khí thừa;
- ❖ Cảm biến nhiệt độ, nồng độ ...;
- ❖ Thiết bị thổi bụi – dùng hơi hoặc khí nén;
- ❖ Thiết bị xử lý khói thải.



Hình 1.5. Hình ảnh 1 số thiết bị phụ trợ.

- Thiết bị lưu trữ và chuẩn bị nhiên liệu

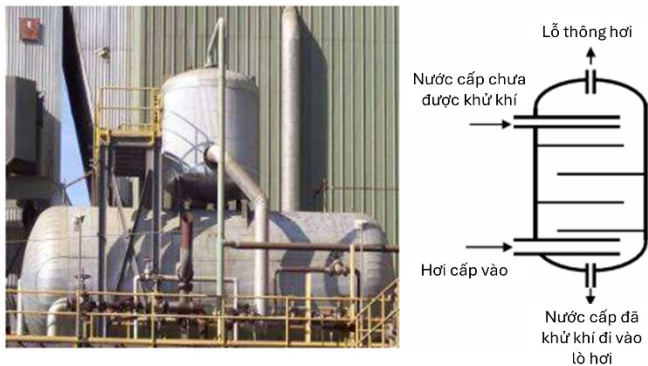
Chủ yếu dùng cho nhiên liệu rắn và lỏng gồm kho bãi, bình bồn chứa.



Hình 1.6. Lưu trữ và xử lý nhiên liệu.

- **Bình khử khí**

Chức năng của bình khử khí chủ yếu là loại bỏ khí CO_2 và O_2 hòa tan trong nước cấp cho lò hơi (bao gồm cả nước bổ sung và nước ngưng). Bình khử khí có thể được thiết kế dạng phun hoặc kiểu đĩa (hình 1.7), có thể kết hợp với bộ gia nhiệt nước cấp và bể chứa. Trên bình khử khí luôn có 1 đường xả khí CO_2 và O_2 ra môi trường.



Hình 1.7. Bình khử khí.

- **Bơm**

Bơm nước cấp, bơm nước ngưng, bơm nước bổ sung, các nhu cầu phụ trợ khác.

- **Thiết bị xử lý nước**

Xử lý nước là quá trình thay đổi tính chất và thành phần của nước cấp vào lò hơi để đảm bảo lò hơi hoạt động an toàn và hiệu quả. Xử lý nước lò hơi bằng phương pháp có thể bao gồm xử lý cơ học phía ngoài lò (các bình lọc), xử lý độ cứng ngoài lò (bằng hóa chất, trao đổi ion, khử khoáng, thẩm thấu ngược). Ngoài ra, để đảm bảo an toàn lò, một số nhà sản xuất sử dụng bơm định lượng hóa chất để ngăn ngừa việc đóng cặn.



Hình 1.8. Thiết bị xử lý nước.

1.3.3 Hệ thống phân phối hơi

- **Đường ống dẫn hơi**

Hệ thống phân phối hơi được sử dụng để vận chuyển hơi tới nơi tiêu thụ cuối cùng. Hệ thống thường gồm các đường ống được bọc cách nhiệt và các hệ thống giá treo, đỡ.



Hình 1.9. Đường ống cấp hơi.

- Trạm giảm áp

Đối với hệ thống hơi có hệ tiêu thụ có áp suất vận hành nhỏ hơn áp suất đầu cấp, trên đường ống sẽ lắp đặt các trạm giảm áp hay van giảm áp. Trạm giảm áp dùng để kiểm soát lưu lượng và áp suất hơi, cân bằng áp suất ống góp. Trạm giảm áp được vận hành dựa trên 1 vòng tín hiệu phản hồi và luôn phải có một đường nối tắt trong trường hợp khẩn cấp và sửa chữa.

1.3.4 Hệ tiêu thụ hơi

Hệ tiêu thụ hơi gồm 3 nhóm chính: nhóm hộ sử dụng nhiệt (các thiết bị trao đổi nhiệt), nhóm chuyển đổi nhiệt năng sang cơ năng (tuabin hơi) và nhóm các hệ tiêu thụ hơi công nghệ.

1.3.5 Hệ thống thu hồi nước ngưng

Hệ thống thu hồi nước ngưng gồm các bể/cốc ngưng, hệ thống bồn chứa thu hồi, bơm vận chuyển nước ngưng và đường ống vận chuyển nước ngưng.

- Bẫy hơi

Bẫy hơi hay còn gọi là cốc ngưng được lắp đặt trên đường ống cấp hơi và sau các hệ tiêu thụ hơi. Chức năng của bẫy hơi là tách riêng phần nước ngưng để đưa về bể chứa, tránh lẫn hơi nước vào nước về bể chứa để giảm tổn thất năng lượng.

- **Bình chứa nước ngưng**

Là một bể chứa chung thường được đặt ở một độ cao nhất định để đạt được các yêu cầu về đầu hút của bơm. Có thể kết hợp với bình khử khí, bộ gia nhiệt nước cấp và bình chứa.

- **Hệ thống bơm nước ngưng**

Nước ngưng có nhiệt độ cao hơn nhiều so với nước cấp mới, do đó cần phải được tuần hoàn về lò hơi. Bơm nước ngưng thực hiện việc bơm nước ngưng về lò hơi.

CHƯƠNG 2

PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN HỆ THỐNG HƠI

2.1 Tổng quan về phương pháp tiếp cận toàn hệ thống hơi

Phương pháp tiếp cận hệ thống là giải pháp để vận hành và bảo trì hệ thống thiết bị nhà máy hiệu quả về mặt chi phí, xem xét đến toàn bộ hệ thống, không chỉ riêng từng thiết bị. Phải phân tích cả phía cung và cầu của hệ thống và tác động qua lại giữa chúng để xem xét cơ hội tiết kiệm năng lượng và chi phí tốt hơn đáng kể so với phân tích từng thiết bị riêng lẻ.

Đối với hệ thống hơi, lấy ví dụ như việc xử lý nước cấp có thể làm tăng mạnh chi phí hóa chất xử lý nước nhưng lại làm giảm chi phí vận hành của cả hệ thống. Việc tăng hệ số không khí thừa có thể làm tăng tổn thất khói thải nhưng lại làm giảm tổn thất cháy không hoàn toàn. Các ví dụ trên cho thấy việc đánh giá hệ thống hơi cần phải được tiếp cận trên quan điểm hệ thống.

2.1.1 Các bước thực hiện phương pháp tiếp cận hệ thống

- Thiết lập các điều kiện hiện tại của hệ thống, các thông số vận hành và mức sử dụng năng lượng của hệ thống;
- Khảo sát cách thức toàn bộ hệ thống hiện đang hoạt động;
- Xác định các khu vực tiềm năng có thể cải thiện hoạt động của hệ thống;
- Phân tích tác động của những cải tiến tiềm năng đối với hệ thống nhà máy;
- Thực hiện các cải tiến hệ thống đáp ứng các tiêu chí tài chính và vận hành của nhà máy;
- Theo dõi hiệu suất tổng thể của hệ thống.

2.1.2 Tối ưu hóa hệ thống hơi (SSO)

Nguyên tắc tối ưu hóa hệ thống:

- Cần tuân theo phương pháp tiếp cận hệ thống;
- Cần tập trung vào cách quản lý năng lượng của hệ thống;
- Nhu cầu hơi nước công nghiệp thay đổi theo thời gian và cách vận hành của hệ thống hơi nước cần được tối ưu hóa liên tục;
- Phải tuân theo “thực hành tốt nhất” trong quá trình thiết kế, cung ứng, vận hành và bảo trì;
- Hiểu biết về các nguyên tắc cơ bản, công cụ và tài nguyên sẵn có là chìa khóa cho việc tối ưu hóa hệ thống hơi.

Nguyên tắc khi đánh giá hệ thống hơi nước:

- Đánh giá hệ thống ở trạng thái ổn định:
 - Bỏ qua các yếu tố phụ thuộc vào thời gian;
 - Không xem xét các yếu tố như thay đổi tải của hộ tiêu thụ;
 - Bỏ qua các điều kiện khởi động, dừng lò hơi,...;
- Sử dụng điều kiện vận hành trung bình;
- Tính thời vụ, tỷ lệ sản xuất có thể được xử lý bằng phương pháp Phân loại dữ liệu thống kê (bin analysis);
- Phân tích mức độ ảnh hưởng (impact) được thực hiện trên các các hệ thống.

Các công cụ để đánh giá hệ thống hơi nước:

- Để đánh giá đúng hệ thống hơi nước phải hiểu rõ tính chất vật lý của từng quá trình, từng khâu trong hệ thống hơi về mặt nhiệt động, truyền nhiệt và lưu động;
- Đo lường các thông số như nhiệt độ, áp suất, lưu lượng;
- Sử dụng các bộ công cụ sẵn có:

- Công cụ đánh giá hệ thống hơi - Steam System Scoping Tool (SSST);
- US DOE MEASUR;
- Phần mềm đánh giá bảo ôn - Insulation evaluation software – 3E Plus.

2.2 Sử dụng Công cụ đánh giá hệ thống hơi (Steam System Scoping Tool) (SSST) để xác định định tính các cơ hội vận hành tối ưu

Trước khi vào phân tích chi tiết về hệ thống hơi, điều cần thiết là phải hiểu được hệ thống hơi một cách sơ lược. Bước tiếp theo là xác định các vùng tiềm năng để xem xét và sau đó mới là thực hiện các bước đánh giá định lượng năng lượng của hệ thống và các tác động về kinh tế.

Hoạt động rà soát này có thể được thực hiện bằng một số phương pháp như: Đưa ra các câu hỏi trực tiếp cho người sử dụng, gọi điện phỏng vấn, yêu cầu người của nhà máy trả lời câu hỏi vào mẫu. Một trong những công cụ được sử dụng để rà soát toàn bộ hệ thống Steam System Scoping Tool (SSST) của bộ năng lượng Hoa Kỳ.

Thực tế, SSST là một bảng câu hỏi dựa trên phần mềm được thiết kế để nâng cao nhận thức về các lĩnh vực quản lý hệ thống hơi. SSST chia hệ thống hơi thành các khu vực tập trung điển hình. SSST cung cấp cho người dùng điểm số biểu thị mức độ quản lý và đóng vai trò hướng dẫn về thông tin hữu ích. Công cụ dùng để xác định các lĩnh vực cơ hội cải tiến tiềm năng. SSST không dùng để định lượng các cơ hội tiết kiệm năng lượng. Công cụ SSST có khoảng 26 câu hỏi định tính. Các câu hỏi này được chia thành các phần sau:

- Cấu hình hệ thống;
- Thực hiện vận hành hệ thống tổng thể;
- Thực hiện vận hành lò hơi;
- Thực hiện phân phối, hộ tiêu thụ cuối, thu hồi.

Sau khi hoàn thành các câu hỏi trong SSST, trang Kết quả sẽ cung cấp cho người sử dụng điểm mang tính chất định hướng cho người vận hành xác định cơ hội vận hành tối ưu hóa hệ thống.

Các bước sử dụng SSST

- Mở file SSST;
- Xác định các dữ liệu đầu vào cần thiết;
- Lấy dữ liệu đầu vào;
- Tùy chọn điền phần dữ liệu cơ bản của hệ thống hơi (bảng 2);
- Trả lời các phần của SSST ở từng bảng tính trong excel (từ bảng 3 tới bảng 6);
- Màn hình hiện kết quả tóm tắt, ghi chú điểm đạt được ở các phần chính (bảng 7);
- So sánh điểm đạt được với điểm của các nhà máy tương tự;
- Xác định các cơ hội cải tiến hệ thống hơi;
- Sử dụng các nguồn lực được xác định trong phần “các bước tiếp theo” để hỗ trợ triển khai cải tiến hệ thống hơi (bảng 8).

Bảng 2.1 là ví dụ bảng tóm tắt các kết quả trung bình từ hơn 150 đánh giá cho một hệ thống hơi công nghiệp từ công cụ SSST.

Tóm tắt các kết quả rà soát từ các khu vực	Điểm tối đa	Điểm cụ thể
Cấu hình hệ thống hơi	90	57 (63%)
Vận hành hệ thống hơi	140	97 (69%)
Vận hành sản xuất hơi	80	50 (63%)

Tóm tắt các kết quả rà soát từ các khu vực	Điểm tối đa	Điểm cụ thể
Phân phối, tiêu thụ, thu hồi	30	17 (58%)
Tổng điểm từ công cụ	340 (100%)	222 (65%)

Bảng 2.1. Ví dụ bảng tóm tắt các kết quả trung bình cho một hệ thống hơi công nghiệp từ SSST

Trong bảng trên, công tác vận hành tốt nhất là vận hành hệ thống hơi 69%, công tác vận hành chưa hiệu quả ở hạng mục phân phối hơi, hệ tiêu thụ và thu hồi nhiệt với 58%. Nhìn chung là 65% - mức điểm khiêm tốn nên cơ hội khá nhiều để cải thiện hệ thống hơi nước.

Tóm lại các điểm chính và mục cần hành động của SSST:

- Sử dụng phương pháp tiếp cận hệ thống (phân tích chênh lệch, so sánh với các thực hành tốt - Best Practices) để xác định các cơ hội tiết kiệm năng lượng tiềm năng có thể áp dụng trong hệ thống hơi nước;
- Công cụ rà soát hệ thống hơi nước (SSST) của DOE Hoa Kỳ có thể được sử dụng để xác định những cơ hội cải tiến này;
- Hoàn toàn miễn phí;
- SSST cũng có thể được sử dụng làm bảng câu hỏi để thu thập thông tin sơ bộ ở cấp độ nhà máy;
- Chứa 26 câu hỏi và không mất quá 30 phút để hoàn thành.

2.3 Một số thiết bị đo sử dụng trong xây dựng hồ sơ hệ thống hơi

Để đánh giá được hiệu suất và các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, việc đo và xác định chính xác các thông số của quá trình sản xuất, sử dụng hơi và tuần hoàn nước ngưng là rất cần thiết. Đối với hơi nước, hai thông số cần sử dụng để xác định trạng thái của hơi là áp suất và nhiệt độ.

Việc đo nhiệt độ có thể được thực hiện thông qua các can nhiệt hoặc đầu đo nhiệt điện trở gắn sẵn trong đường ống. Các can nhiệt hay đầu đo nhiệt điện trở có bộ hiển thị số và có thể được truyền tải về phòng điều khiển trung tâm. Do đó, khi đánh giá hệ thống chúng ta thường sử dụng các thông số đo nhiệt độ từ hệ thống đo có sẵn của nhà máy. Một số nhà máy sử dụng các đồng hồ cơ để đo nhiệt độ và hiển thị trực tiếp tại vị trí đo.



Hình 2.1: Đầu đo loại can nhiệt hoặc nhiệt điện trở đi kèm với bộ hiển thị và đầu đo nhiệt độ cơ hiển thị tại chỗ.

Đối với thông số áp suất, nhà máy cũng thường sử dụng sensor áp suất kèm theo bộ hiển thị hoặc đồng hồ áp suất cơ. Việc lắp đặt thêm các sensor hay đồng hồ cơ vào hệ thống thường không được phép do đó người đánh giá sẽ sử dụng giá trị đo của nhà máy cung cấp. Tuy nhiên đối với cả giá trị đo nhiệt độ và áp suất, việc đánh giá độ tin cậy của thiết bị đo là hết sức cần thiết. Các số liệu phải có tính thống nhất với các quy luật vật lý như áp suất phải giảm dần từ lò hơi, ống góp đến hộ tiêu thụ. Các số liệu không phù hợp cần phải được loại bỏ, không đưa vào tính toán.

Đối với thông số lưu lượng hơi, chỉ một số ít nhà máy hiện nay có đồng hồ đo lưu lượng hơi. Thông thường, lưu lượng hơi sẽ được xác định dựa trên các thông số thiết kế và cân bằng vật chất của hệ thống.

Đối với hệ thống khói thải, việc sử dụng các thiết bị phân tích thành phần khói thải là rất cần thiết. Các thiết bị này cho phép xác định hàm lượng CO có trong khói, hàm lượng oxy dư và nhiệt độ khói. Từ các thông số trên cho phép xác định được tổn thất do cháy không hoàn toàn cũng như tổn thất do khói thải mang đi.



Hình 2.2: Thiết bị phân tích khói thải.

Một số thiết bị đo cầm tay khác như thiết bị đo nhiệt độ đầu dò que thậm chí có thể được sử dụng để xác định nhiệt độ nước ngưng hồi về, nước cấp mới. Thiết bị đo nhiệt độ hồng ngoại sử dụng để đo nhiệt độ bề mặt phục vụ việc tính toán tổn thất nhiệt. Một số thiết bị khác như thiết bị đo điện được sử dụng để xác định chế độ làm việc của bơm quạt. Các thiết bị xác định rò rỉ bằng siêu âm và đồng hồ bấm tay cũng rất hữu ích khi xác định lượng hơi rò rỉ hay lượng nước xả lò. Các thiết bị này rất hữu ích cho việc đánh giá chính xác hiệu suất của hệ thống hơi.

2.4 Một số quy định về vận hành an toàn hệ thống hơi

Hệ thống hơi gồm những thiết bị có tiềm ẩn nguy cơ gây tai nạn lao động nghiêm trọng. Do đó, bên cạnh việc vận hành hiệu quả thì phải vận hành an toàn. Việc quản lý, sử dụng, kiểm định, bảo dưỡng, sửa chữa lò hơi và hệ thống hơi phải tuân thủ các quy định về an toàn lao động được nhà nước ban hành.

2.4.1 Những mối nguy hiểm khi sử dụng lò hơi

- Nguy cơ nổ (nổ vật lý): do kết cấu và vật liệu chế tạo lò hơi không đảm bảo an toàn; không có chế độ kiểm tra định kỳ để phát hiện tình trạng kết cấu thiết bị không có khả năng chịu áp lực;

- Nguy cơ bỏng: do hơi nước nóng bị rò rỉ qua các van khóa, van an toàn, bể ống thủy sáng, than cháy văng bắn qua cửa lò... do va chạm, tiếp xúc với các bộ phận thiết bị có nhiệt độ cao;
- Các chất nguy hiểm và có hại: Môi trường làm việc có nhiều bụi, nóng, không thông thoáng, tích tụ hơi khí độc (CO, CO₂...);
- Điện giật: do các thiết bị điện đi kèm lò hơi không được lắp đặt đảm bảo an toàn đúng kỹ thuật.

2.4.2 Quy tắc an toàn

Lò hơi là thiết bị thuộc danh mục máy, thiết bị, vật tư, chất có yêu cầu nghiêm ngặt về an toàn vệ sinh lao động (ATVSLĐ) và phải được quản lý theo đúng quy định của pháp luật theo:

- Luật An toàn vệ sinh lao động năm 2015;
- Nghị định số 44/2016/NĐ-CP ngày 15/5/2016 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật ATVSLĐ về hoạt động kiểm định kỹ thuật an toàn lao động, huấn luyện ATVSLĐ và quan trắc môi trường lao động;
- Thông tư 36/2019/TT-BLĐTBXH ngày 30/12/2019: Ban hành Danh mục các loại máy, thiết bị, vật tư, chất có yêu cầu nghiêm ngặt về ATVSLĐ;
- Thông tư 06/2020/TT-BLĐTBXH ngày 20/8 năm 2020: Ban hành Danh mục công việc có yêu cầu nghiêm ngặt về ATVSLĐ;
- QCVN 01:2008/BLĐTBXH, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về An toàn lao động nồi hơi và bình chịu áp lực.

Để đảm bảo an toàn khi sử dụng, vận hành lò hơi, về mặt kỹ thuật an toàn cần đảm bảo những điều tối thiểu sau:

- Lò hơi phải được chế tạo và lắp đặt đúng tiêu chuẩn kỹ thuật an toàn, trước khi đưa vào sử dụng phải được kiểm định kỹ thuật an toàn, đăng ký sử dụng theo quy định. Người sử dụng lao động của doanh nghiệp phải giao trách nhiệm quản lý thiết bị cho cơ quan quản lý thiết bị bằng văn bản. Không được phép đưa vào vận hành các lò hơi chưa được đăng kiểm. Không đưa lò hơi vào hoạt động

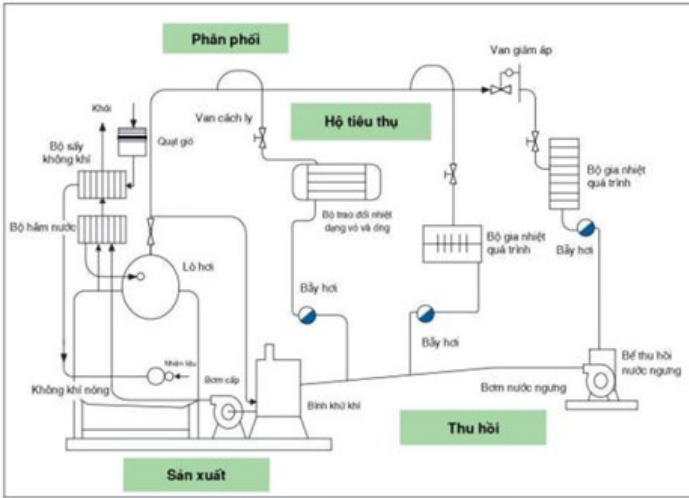
khi các thiết bị an toàn không đảm bảo, ví dụ: van an toàn chưa được cân chỉnh và niêm chì đúng quy định; áp kế hoạt không chính xác, mặt kính bị vỡ, mất kim;

- Chỉ những người từ 18 tuổi trở lên, có đủ sức khỏe, đã được huấn luyện và sát hạch đạt yêu cầu về kiến thức chuyên môn, quy trình kỹ thuật an toàn vận hành thiết bị chịu áp lực được cấp chứng chỉ nghề và thẻ huấn luyện an toàn lao động mới được giao vận hành thiết bị. Người sử dụng lao động phải ra quyết định giao trách nhiệm bằng văn bản;
- Phải lập tức đình chỉ sử dụng lò hơi trong các trường hợp: Một là, khi áp suất trong lò hơi tăng quá mức cho phép mặc dù các yêu cầu khác quy định trong quy trình vận hành thiết bị đều bảo đảm. Hai là, khi các cơ cấu, thiết bị an toàn không đảm bảo. Ba là, khi phát hiện thấy các bộ phận chịu áp lực chính của lò hơi có vết nứt, phồng, gỉ mòn đáng kể, xì hơi, nước ở các mối nối, mối hàn, các miếng đệm bị xé... Bốn là, khi áp kế hư hỏng và không có khả năng xác định áp suất trong lò hơi bằng một dụng cụ nào khác. Các trường hợp khác theo quy định trong quy trình vận hành;
- Tất cả đồ dùng, dụng cụ phải để gọn gàng vào nơi quy định. Khu vực xung quanh lò hơi phải gọn gàng không gây trở ngại cho công nhân vận hành trong quá trình thao tác;
- Khi vệ sinh sửa chữa lò hơi: phải chờ lò hơi nguội hẳn, sau đó mở hết cửa thông hơi mới cho người vào làm việc;
- Lò hơi đốt dầu các ống dẫn phải kín không để rò rỉ. Nếu có dầu rơi vãi phải lau sạch ngay. Ống dẫn hơi, dẫn nước nóng phải được cách nhiệt;
- Các vật liệu dễ cháy nổ phải để xa lò hơi ít nhất 10 m;
- Cấm hàn, sửa chữa lò hơi và các bộ phận chịu áp lực của thiết bị khi còn áp suất.

CHƯƠNG 3

CÁC CƠ HỘI TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG

Xét một hệ thống hơi gồm các bộ phận cơ bản như trong hình 3.1. Trong phần này sẽ trình bày các cơ hội tiết kiệm năng lượng trong hệ thống.



Hình 3.1. Các bộ phận cơ bản của hệ thống hơi.

3.1 Khu vực sản xuất

3.1.1 Điều chỉnh lượng không khí thừa tối ưu

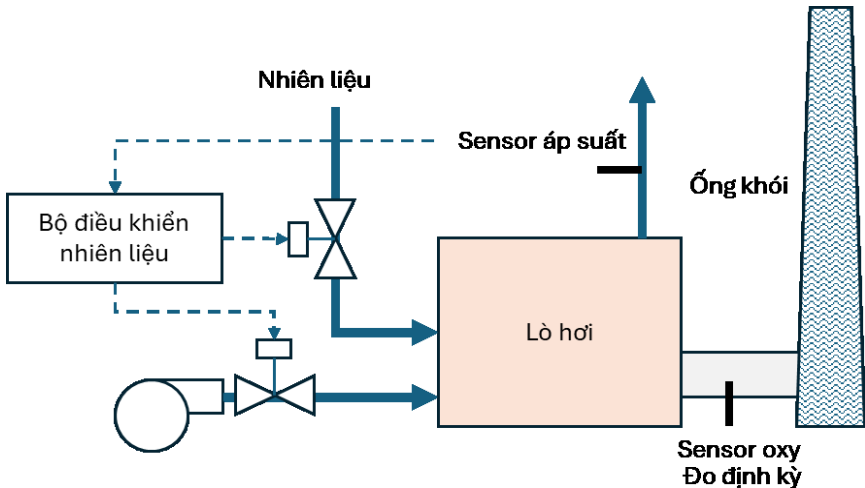
Quản lý quá trình cháy hợp lý yêu cầu cung cấp đủ lượng oxy cho buồng lửa để đốt cháy toàn bộ nhiên liệu, nhưng không được thêm quá nhiều không khí để đảm bảo rằng lượng nhiệt tổn thất là nhỏ nhất. Quản lý quá trình cháy đánh giá các phương pháp điều khiển quá trình cháy và bắt đầu với việc đo kiểm các tham số của quá trình cháy.

Thông thường đối với lò hơi, lượng nhiên liệu cấp vào lò được điều khiển bởi áp suất đầu ra của lò hơi hoặc áp suất tại ống góp hơi. Khi áp suất đầu cấp hơi giảm, bộ điều khiển sẽ tăng lượng nhiên liệu cấp vào lò

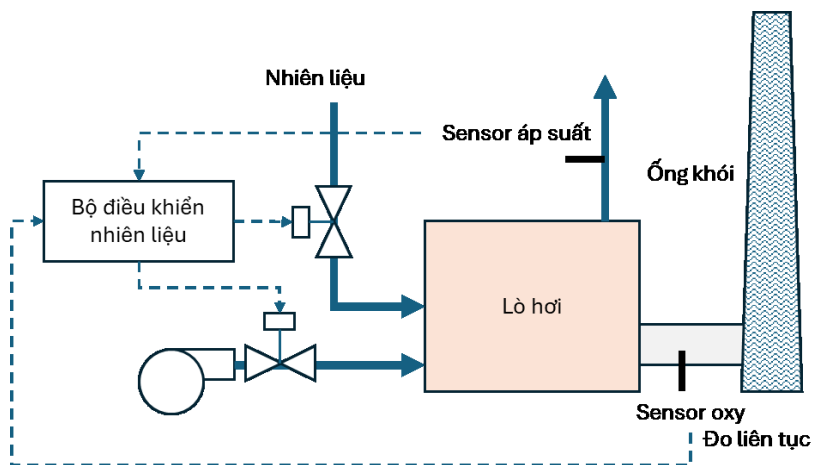
hơi để tăng sản lượng hơi, đưa áp suất trở lại điểm cài đặt. Ngược lại, nếu áp suất tăng, lượng nhiên liệu cấp vào lò sẽ giảm xuống nhằm giảm bớt lượng hơi sinh ra.

Khi lượng nhiên liệu cấp cho quá trình cháy của lò hơi thay đổi, lượng không khí cấp vào cũng phải thay đổi tương ứng để duy trì quá trình cháy thích hợp. Có hai dạng cơ bản để điều khiển quá trình cháy:

- Điều khiển theo vị trí: Điều khiển bằng cơ cấu liên kết cơ khí giữa van điều tiết gió và bộ điều khiển nhiên liệu như hình 3.2. Ôxy và khí cháy chỉ được đo định kỳ để thiết lập quan hệ vị trí giữa bộ điều khiển cấp gió và bộ điều khiển cấp nhiên liệu. Việc đo định kỳ này có thể đảm bảo lượng không khí sẽ giảm thiểu trong giới hạn điều khiển vị trí;
- Điều khiển tự động vi chỉnh lượng ôxy: Là van điều chỉnh tự động lượng ôxy, gió cấp vào lò được kiểm soát bằng cách kết hợp van điều khiển lưu lượng nhiên liệu và thiết bị đo hàm lượng ôxy liên tục trong khói thải. Hình 3.3 thể hiện sơ đồ nguyên lý điều khiển tự động vi chỉnh lượng ôxy.



Hình 3.2. Hệ thống điều khiển theo vị trí.



Hình 3.3. Hệ thống điều khiển tự động vi chỉnh ôxy.

Nhiên liệu	Điều khiển tự động O ₂ khói thải		Điều khiển theo vị trí O ₂ khói thải		Điều khiển tự động không khí thừa		Điều khiển theo vị trí không khí thừa	
	Min [%]	Max [%]	Min [%]	Max [%]	Min [%]	Max [%]	Min [%]	Max [%]
Dầu DO (#2 Fuel oil)	2,0	3,0	3,0	7,0	11	18	18	55
Dầu FO (#6 Fuel oil)	2,5	3,5	3,5	8,0	14	21	21	65
Bột than (đốt phun)	2,5	4,0	4,0	7,0	14	25	25	50

Nhiên liệu	Điều khiển tự động O ₂ khói thải		Điều khiển theo vị trí O ₂ khói thải		Điều khiển tự động không khí thừa		Điều khiển theo vị trí không khí thừa	
	Min [%]	Max [%]	Min [%]	Max [%]	Min [%]	Max [%]	Min [%]	Max [%]
Than đốt trên ghi	3,5	5,0	5,0	8,0	20	32	32	65
Biomass	5,0	7,0	7,0	9,0	32	50	50	70

Bảng 3.1. Hàm lượng ôxy trong khói thải khuyến nghị áp dụng

Trên cơ sở các công nghệ điều khiển thương mại tốt nhất hiện có, Bảng 3.1 đưa ra hàm lượng ôxy trong khói thải (và không khí thừa) cho các lò hơi đốt các loại nhiên liệu khác nhau đối với cả hai phương pháp điều khiển. Các giá trị này chỉ mang tính định hướng. Đối với hệ thống hơi cụ thể, cần tiến hành thay đổi hàm lượng ôxy trong khói thải để xác định được điểm làm việc tối ưu với từng loại nhiên liệu cụ thể trong điều kiện không phát sinh CO vượt quá giới hạn cho phép.

Nhìn chung, giá trị hàm lượng ôxy trong khói thải mức cao sẽ tương ứng với phụ tải đốt thấp và giá trị ôxy mức thấp sẽ tương ứng với phụ tải đốt cao. Hệ số không khí thừa trong bảng chỉ có tính chất tham khảo. Hàm lượng ôxy trong khói thải là giá trị đo được. Hệ số không khí thừa được tính toán từ thành phần nhiên liệu và hàm lượng ôxy trong khói thải. Công thức tính toán tiết kiệm chi phí cho các cơ hội tiết kiệm năng lượng.

$$\sigma = K_{lo\text{ hơi}} \left(1 - \frac{\eta_{\text{hiện tại}}}{\eta_{\text{cai tạo}}} \right) \quad (3.1)$$

Trong đó σ là chi phí nhiên liệu tiết kiệm được trong 1 năm, $K_{lo\text{ hơi}}$ là tổng chi phí vận hành lò hơi hiện tại (thường tính bằng đơn giá nhiên liệu

nhân với tổng lượng nhiên liệu tiêu thụ trong năm), $\eta_{hien\ tai}$ và $\eta_{cai\ tao}$ tương ứng là hiệu suất hiện tại của lò hơi và hiệu suất mới sau khi thực hiện điều chỉnh. Chi phí vận hành $K_{lo\ hơi}$ được tính từ tổng chi phí nhiên liệu thực tế tiêu thụ trong 1 năm.

3.1.2 Lắp đặt thiết bị thu hồi nhiệt

Có 2 loại thiết bị chính để thu hồi nhiệt từ khói thải thường gặp trong công nghiệp gồm:

- Bộ hâm nước cấp: Là một thiết bị trao đổi nhiệt được lắp đặt nhằm trao đổi nhiệt năng giữa khói thải và nước cấp vào lò hơi. Đây là loại thiết bị thu hồi nhiệt phổ biến nhất được lắp đặt trên lò hơi. Ngay cả khi trong cấu hình lò hơi không lắp đặt sẵn bộ hâm nước, thì việc lắp thêm một bộ hâm nước cấp trên đường khói là hết sức đơn giản;
- Bộ sấy không khí: Là bộ gia nhiệt cho không khí trước khi đưa vào lò hơi bằng cách truyền nhiệt từ khói thải của lò. Thiết bị trao đổi nhiệt này giống như bộ hâm nước cấp, nhưng thay vì nhiệt được truyền cho nước cấp thì tại đây nhiệt được sử dụng để gia nhiệt không khí. Kết quả là sẽ làm giảm lượng nhiên liệu tiêu hao và qua đó làm tăng hiệu suất lò. Do quá trình trao đổi nhiệt xảy ra giữa khí – khí, bộ sấy không khí có kích thước lớn và thường gây ra tổn thất áp suất khá cao. Hầu hết các lò hơi công nghiệp sử dụng bộ sấy không khí đều có một quạt hút khói cưỡng bức để khắc phục tổn thất áp suất do trở lực này và để tránh hiện tượng áp suất dương ở buồng lửa.

3.1.3 Làm sạch bề mặt trao đổi nhiệt của lò hơi

Bề mặt trao đổi nhiệt sẽ bị bám bẩn theo thời gian. Chất bám bẩn trên bề mặt trao đổi nhiệt sẽ làm tăng nhiệt trở truyền nhiệt và làm cho nhiệt độ khói thải tăng cao. Như đã trình bày ở các phần trên, điều này sẽ làm giảm hiệu suất của lò hơi do một lượng đáng kể năng lượng sẽ thoát ra ngoài theo khói thải. Do vậy cần phải có một quy trình bảo dưỡng mang tính dự báo và phòng ngừa, nhằm duy trì việc làm sạch định kỳ các bề mặt truyền nhiệt trong lò hơi. Ngoài ra, cần quan tâm để tránh hạ nhiệt độ khói thải trên đường khói xuống thấp hơn nhiệt độ đọng sương axit. Giới hạn nhiệt độ thấp nhất phụ thuộc vào hàm lượng lưu huỳnh có trong nhiên liệu. Hiện tượng đọng sương trong khói lò sẽ tạo ra axit sunfuric có tính

ăn mòn rất cao sẽ làm hư hại các chi tiết kim loại và làm giảm độ tin cậy của lò hơi. Ngoài axit sunfuric, nếu nhiệt độ giảm thấp hơn nữa sẽ dẫn tới sự hình thành axit cacbonic. Đây có thể không phải là vấn đề cần quan tâm trong ngắn hạn vì axit này là một axit yếu, nhưng trong khoảng thời gian dài thì điều này chắc chắn sẽ gây hư hại cho các bộ phận kim loại trên đường khói, nếu như các bộ phận này không được thiết kế và bố trí hợp lý.

Bám bẩn bề mặt trao đổi nhiệt ở phía tiếp xúc với khói phụ thuộc vào chủng loại nhiên liệu, và đối với hầu hết các loại nhiên liệu khí và nhiên liệu cháy sạch thì sự bám bẩn có thể không đáng kể hoặc không xảy ra. Khi sử dụng dầu nặng và các nhiên liệu rắn trong lò hơi, một lượng đáng kể tro và muội than được tích tụ trên bề mặt ống của lò hơi. Chúng cần phải được loại bỏ bằng thiết bị thổi muối hiệu quả. Thiết bị thổi muối có cấu tạo từ các ống có gắn đầu phun hơi áp suất cao hoặc khí nén để phá vỡ lớp muối bám trên ống. Các lò hơi công nghiệp có lắp hệ thống thổi muối sẽ được thiết lập chế độ thổi muối định kỳ theo thời gian cho các khu vực khác nhau của lò hơi. Việc đảm bảo cho hệ thống làm việc chuẩn xác là rất quan trọng. Chỉ dấu trực tiếp về sự bám bẩn bề mặt tiếp xúc với khói là sự gia tăng nhiệt độ khói thải, và xu hướng gia tăng nhiệt độ này sẽ cung cấp các thông tin giá trị để đánh giá hiệu quả của hệ thống thổi muối.

Bám bẩn bề mặt truyền nhiệt ở phía tiếp xúc với nước chịu sự ảnh hưởng của chất lượng nước lò và phụ thuộc trực tiếp vào áp suất lò hơi, chất lượng nước cấp và tỷ lệ xả lò. Bám bẩn bề mặt tiếp xúc với nước là “cáu cặn” bám trên bề mặt ống và làm gia tăng nhiệt trở truyền nhiệt. Lớp cáu cặn này phải được loại bỏ bằng cơ khí hoặc hóa chất khi lò hơi dừng hoạt động. Lớp cáu cặn làm gia tăng nhiệt độ của vách ống và gây ra một số dạng hư hỏng đối với ống lò hơi. Do đó, bám bẩn phía tiếp xúc với nước ảnh hưởng trực tiếp tới độ tin cậy cũng như hiệu suất tổng thể của lò hơi. Vì vậy, việc kiểm tra chiều dày lớp cáu cặn trong các đợt dừng lò bảo dưỡng hàng năm và định kỳ loại bỏ cáu cặn là hết sức quan trọng.

3.1.4 Cải thiện việc xử lý nước để giảm lượng nước xả đáy lò hơi

Chất lượng nước cấp cho lò hơi bị ảnh hưởng nhiều nhất bởi chất lượng nước bổ sung. Nước ngưng là loại nước sạch nhất trong hệ thống hơi. Nước bổ sung cần phải được xử lý trước khi cấp vào hệ thống. Hệ thống xử lý nước có thể được nâng cấp để cải thiện chất lượng nước cấp vào lò. Nước bổ sung cho lò hơi cần phải được xử lý phù hợp dựa theo

các yêu cầu về chất lượng nước để đảm bảo cho lò hơi hoạt động tin cậy. Tiêu chuẩn nước cấp cho lò hơi công nghiệp được quy định rõ theo TCVN 12728: 2019. Tiêu chuẩn này có thể tóm tắt một số điểm chính như sau:

- Các loại lò hơi sau phải được trang bị thiết bị xử lý nước: Lò hơi trực lưu không giới hạn công suất; lò hơi tuần hoàn tự nhiên, tuần hoàn có trợ lực, hoặc cưỡng bức có công suất từ 1 tấn/h trở lên. Đối với lò hơi dưới 1 tấn/h, chiều dày lớp cặn tại các bề mặt trao đổi nhiệt không được lớn hơn 1 mm;
- Cho phép sử dụng mọi phương pháp xử lý đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật được quy định trong tiêu chuẩn này;
- Đối với lò hơi ống lò - ống lửa, độ dẫn điện nước trong lò không vượt quá 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Với lò ống nước, độ dẫn điện nước lò không vượt quá 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nếu áp suất nhỏ hơn 2 MPa và không vượt quá 5500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nếu áp suất hơi từ 2 MPa đến 4 MPa;
- Các chỉ tiêu cụ thể về nước cấp cho lò hơi và nước lò không được vượt quá các trị số cho trong TCVN 12728: 2019.

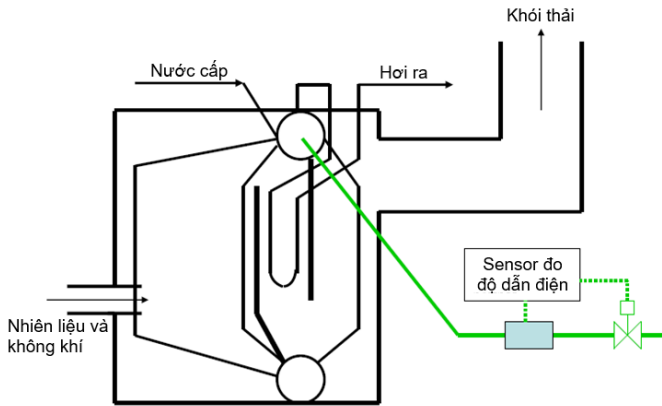
Việc quản lý xả lò phụ thuộc vào 2 yếu tố: áp suất vận hành của lò hơi và chất lượng nước cấp. Việc đảm bảo chất lượng cao nhất cho nước cấp sẽ làm giảm lượng xả lò cần thiết. Khi giảm lượng nước xả lò thì năng lượng tổn thất do xả lò cũng giảm theo. Tuy nhiên, sẽ phải chi phí khá lớn để cải thiện hệ thống xử lý nước nếu việc này đòi hỏi phải nâng cấp cơ sở hạ tầng hoặc đầu tư bổ sung các thiết bị mới như hệ thống khử khoáng hay hệ thống lọc thẩm thấu ngược. Những cải tiến phổ biến hiện nay đối với hệ thống xử lý nước cấp cho lò hơi bao gồm chuyển đổi hệ thống làm mềm nước bằng trao đổi cation natri sang hệ thống khử khoáng hoặc hệ thống lọc thẩm thấu ngược.

3.1.5 Thu hồi năng lượng từ quá trình xả lò hơi

Có hai dạng xả lò thường áp dụng trong lò hơi công nghiệp: xả mặt và xả đáy. Xả mặt có thể là xả liên tục hoặc không liên tục. Còn xả đáy thì luôn luôn là xả định kỳ (không liên tục) và thường chỉ thực hiện mỗi ca một lần để loại bỏ các tạp chất cặn lắng. *Giải pháp tối ưu hóa này chỉ áp dụng cho quá trình xả mặt*, rất hữu ích áp dụng cho xả đáy vì xả đáy chủ yếu được thực hiện bằng tay. Phụ tải của lò hơi có thể thay đổi theo thời gian, và lý tưởng nhất là tỷ lệ xả lò cũng phải thay đổi tương ứng để duy trì chất lượng phù hợp của nước trong lò hơi. Trong hầu hết các trường

hợp, phạm vi kiểm soát chất lượng nước lò hơi (thường là độ dẫn điện hoặc tổng lượng chất rắn không hòa tan (TDS) đều do kỹ sư phụ trách hóa chất cài đặt, và người vận hành lò hơi sẽ lấy mẫu nước định kỳ để đảm bảo rằng các tham số điều khiển nằm trong phạm vi đã cài đặt.

Trong hầu hết các trường hợp, kiểm soát xả đáy bằng tay sẽ dẫn tới xả lò quá nhiều và gây ra tổn thất năng lượng rất lớn. Nhưng đôi khi việc xả lò bằng tay không đủ sẽ dẫn tới việc kiểm soát chất lượng nước lò kém, gây ra các vấn đề ảnh hưởng đến độ tin cậy trong vận hành lò hơi. Lắp đặt bộ điều khiển xả lò tự động cho phép giảm thiểu và chuẩn hóa lượng xả lò cần thiết để lò hơi vận hành tin cậy, từ đó sẽ làm giảm tổn thất năng lượng không cần thiết. Bộ điều khiển xả lò tự động này kiểm soát độ dẫn điện của nước lò liên tục theo thời gian thực và điều khiển góc mở van điều chỉnh vô cấp hoặc van đóng mở ON/OFF để duy trì lượng xả cần thiết. Thiết bị này được thể hiện trong hình 3.4.



Hình 3.4. Điều khiển xả lò tự động.

Tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm chi phí từ giải pháp lắp bộ điều khiển xả lò tự động (hoặc cải thiện chất lượng xử lý nước) có thể được tính sơ bộ như sau:

$$Q_{\text{tiết kiệm}} = (m_{\text{xalo hiện tại}} - m_{\text{xalo cải tạo}}) \times (h_{\text{nước xalo}} - h_{\text{nước cấp}}) \quad (3.2)$$

$$K_{\text{tiết kiệm}} = \left(\frac{Q_{\text{tiết kiệm}}}{\eta_{\text{cải tạo}} \times \text{HHV}_{\text{nhiên liệu}}} \right) \times K_{\text{nhiên liệu}} \times T \quad (3.3)$$

Trong đó $m_{\text{xa lo hiện tại}}$ và $m_{\text{xa lo cải tạo}}$ là lưu lượng nước xả lò được tính từ công suất sinh hơi và tỷ lệ xả lò. $k_{\text{nhiên liệu}}$ là đơn giá nhiên liệu, $h_{\text{nước xa lo}}$ là entanpy nước xả lò, $h_{\text{nước cấp}}$ là entanpy nước cấp, $K_{\text{tiết kiệm}}$ là lượng chi phí tiết kiệm được khi tiến hành cải tạo, $Q_{\text{tiết kiệm}}$ là lượng nhiệt tiết kiệm được khi tiến hành cải tạo, T là số giờ hoạt động để tính lượng tiết kiệm trong một khoảng thời gian. Để phân tích chi tiết hơn, người sử dụng có thể sử dụng phần mềm MEASUR được trình bày trong chương 5 của Bộ tài liệu đầy đủ.

3.1.6 Thu hồi năng lượng từ xả lò

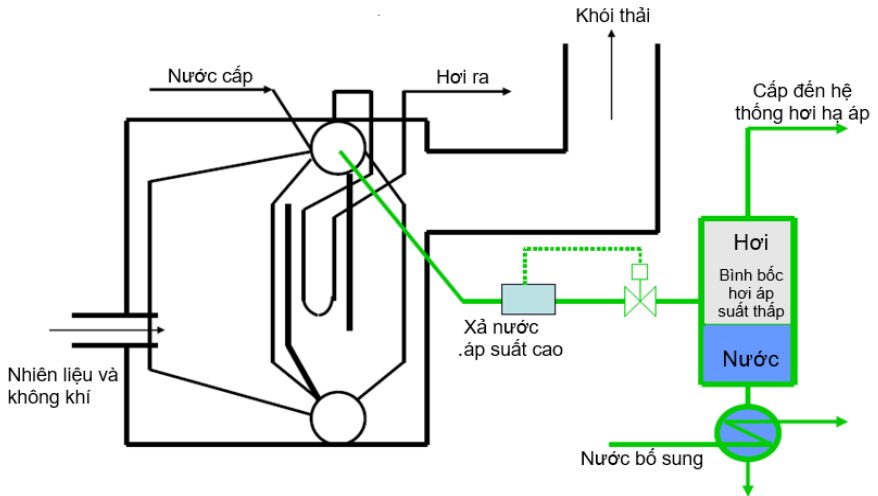
Thu hồi năng lượng nhiệt từ xả lò có 2 dạng và hầu như toàn bộ lượng nhiệt bị thất thoát do xả lò có thể được thu hồi bằng cách sử dụng kết hợp 2 phương pháp sau:

- Thu hồi hơi áp suất thấp sử dụng bình giãn nở;
- Gia nhiệt cho nước cấp bổ sung.

Luồng nước xả áp suất cao trước hết được đưa vào một bình giãn nở hoạt động ở áp suất thấp (thường cao hơn áp suất bộ khử khí một chút). Một phần nước xả đáy sẽ bốc thành hơi ở áp suất thấp hơn. Phần hơi bốc lên này sạch và có thể đưa vào nhánh cấp hơi áp suất thấp, hoặc cấp hơi cho bộ khử khí hoặc hệ thống gia nhiệt nước cấp. Phần nước còn lại trong bình bốc hơi ở trạng thái bão hòa (> 100°C) và vẫn có thể được sử dụng để gia nhiệt cho nước cấp trong bộ trao đổi nhiệt nước cấp bổ sung. Nước xả cuối cùng được thải ra từ hệ thống sẽ ở nhiệt độ rất gần với nhiệt độ nước cấp bổ sung (hoặc môi trường xung quanh). Hình 3.5 thể hiện sơ đồ hệ thống thu hồi năng lượng từ xả lò.

Xét về mặt thiết bị, bình giãn nở rất đơn giản và có thể mua được với giá khá rẻ. Tuy nhiên, thiết bị trao đổi nhiệt phải được lựa chọn cẩn thận. Thiết bị trao đổi nhiệt sử dụng trong điều kiện làm việc này phải có khả năng làm sạch thường xuyên được, vì luồng nước xả có thể làm cho bề mặt trao đổi nhiệt bị bám bẩn. Có 2 dạng thiết bị trao đổi nhiệt có thể hoạt động tốt trong điều kiện này:

- Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu chùm ống, nước xả lò ở trong ống;
- Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu bề mặt.



Hình 3.5. Thu hồi năng lượng từ nước xả lò.

3.1.7 Khôi phục vật liệu cách nhiệt của lò hơi

Lớp bảo ôn và vật liệu chịu lửa của lò hơi có chức năng giữ an toàn cho công nhân vận hành, đồng thời cũng nhằm giảm tổn thất qua vỏ lò do bức xạ và đối lưu. Trong quá trình vận hành hoặc do ảnh hưởng môi trường xung quanh, bề mặt bên ngoài có thể bị hư hỏng và cần phải được sửa chữa định kỳ. Ngoài ra, trong quá trình kiểm tra hàng năm cần xem xét phần vật liệu chịu lửa để kịp thời phát hiện các hiện tượng hư hại hoặc nứt vỡ. Tác động nhiệt theo chu kỳ hoặc điều kiện làm việc trực tiếp trong nhiệt độ cao có thể khiến cho vật liệu chịu lửa bị hư hại. Đây là giải pháp bảo trì mang tính dự báo và phòng ngừa nhằm duy trì hoạt động tin cậy của hệ thống hơi. Nhân viên nên sử dụng camera hồng ngoại tìm các vị trí có **hiệt độ cao (> 70°C)** và so sánh các hình ảnh này theo thời gian để xem xét có cần sửa chữa hay không.

3.1.8 Giảm thiểu số lượng lò hơi vận hành

Tổn thất qua vỏ lò thường khá nhỏ (về mặt giá trị) khi so sánh với tổn thất khác trong lò hơi. Nhưng tổn thất này có thể tăng lên đáng kể khi

nhiều lò hơi cùng hoạt động. Tổn thất này sẽ có thể trở nên rất lớn nếu một số lò hơi được duy trì ở trạng thái “dự phòng nóng” (ủ lò). Thông thường, hầu hết các nhà máy công nghiệp vận hành với hệ số dự phòng ít nhất là “ $n + 1$ ”, tức là có sẵn ít nhất 1 lò hơi luôn sẵn sàng sinh hơi hoặc được ủ nóng. Việc này chủ yếu nhằm nâng cao độ tin cậy trong vận hành và đảm bảo rằng hoạt động sản xuất không bị ảnh hưởng khi lò hơi gặp sự cố.

Thông thường, các cơ hội tiết kiệm và tối ưu hóa hệ thống hơi trong nhà máy không hướng đến việc dừng 1 lò hơi đang hoạt động, nhưng cơ hội này cần được xem xét mỗi khi có thay đổi về nhu cầu hơi. Nếu nhà máy có chu kỳ sản xuất mang tính thời vụ hoặc có sự khác nhau lớn giữa ngày thường và ngày nghỉ, giữa ca ngày và ca đêm, số lượng lò hơi cần hoạt động trong nhà máy có thể thay đổi. Thông thường, việc thay đổi số lượng lò hơi đốt nhiên liệu rắn bị bỏ qua do sự phức tạp của việc bật – tắt lò hơi và thời gian cần thiết cho khởi động. Tuy nhiên, đối với các lò hơi nhỏ, đặc biệt là lò hơi đốt dầu, khí thiên nhiên, khí metan... lại đơn giản hơn nhiều do chúng có khả năng khởi động nhanh.

Khi xem xét giải pháp, người vận hành cần thực hiện phân tích rủi ro kỹ lưỡng để xác định bất kỳ vấn đề lớn nào có thể ảnh hưởng tới quá trình sản xuất do việc giảm sản lượng hơi trong một khoảng thời gian nhất định. Phân tích rủi ro này cũng cần tính đến những thiệt hại về kinh tế có thể xảy ra với quá trình sản xuất và các chiến lược giảm thiểu rủi ro đó. Ngoài ra, chi phí để lắp thêm các thiết bị điều khiển hoặc đo kiểm (cảnh báo, tín hiệu nhiệt độ, tín hiệu áp suất) cũng cần phải được xem xét khi thực hiện chiến lược tối ưu hóa này.

3.1.9 Nghiên cứu chuyển đổi nhiên liệu

Lựa chọn nhiên liệu có thể giúp giảm đáng kể chi phí vận hành do sự khác biệt về chi phí năng lượng và hiệu suất lò hơi. Hiệu suất liên quan đến nhiên liệu nhìn chung sẽ là một yếu tố ảnh hưởng khi thay đổi nhiên liệu. Đôi khi chi phí năng lượng và chi phí bảo trì có thể bù lại, nhưng để xác thực điều này cần tiến hành phân tích chi tiết hơn dự án tối ưu hóa. Ngoài ra, vấn đề môi trường có thể trở thành mối quan tâm đáng kể liên quan tới việc lựa chọn nhiên liệu. Mỗi dự án sẽ cần được đánh giá độc lập. Chuyển đổi nhiên liệu không nhất thiết là thay đổi nhiên liệu hoàn toàn. Các phân xưởng sản xuất hơi công nghiệp có thể có nhiều lò hơi hoạt động đồng thời và sự chuyển đổi nhiên liệu có thể là:

- Dừng một lò hơi đang vận hành với nhiên liệu giá thành cao, hiệu suất thấp;
- Giảm sản lượng của lò hơi 1 vận hành với nhiên liệu giá thành cao, và tăng sản lượng tương ứng của lò hơi 2 vận hành với nhiên liệu giá thấp hơn;
- Đốt 2 hoặc nhiều nhiên liệu trong lò hơi bất kỳ và thay đổi tỷ lệ nhiên liệu đốt trong lò hơi.

Tiết kiệm chi phí từ việc chuyển đổi nhiên liệu có thể được tính như sau:

$$\sigma_{\text{tiết kiệm}} = \text{Chi phí vận hành hiện tại} - \text{Chi phí vận hành sau khi chuyển đổi nhiên liệu} \quad (3.4)$$

$$\sigma_{\text{tiết kiệm}} = m_{\text{hơi}} (h_{\text{hơi}} - h_{\text{nước cấp}}) \left(\frac{k_{\text{lò hơi}_1}}{\eta_{\text{lò hơi}_1}} - \frac{k_{\text{lò hơi}_2}}{\eta_{\text{lò hơi}_2}} \right) \times T \quad (3.5)$$

Trong đó $k_{\text{lò hơi}_1}$ và $\eta_{\text{lò hơi}_1}$ tương ứng là chi phí nhiên liệu và hiệu suất lò hơi hiện tại, trong khi $k_{\text{lò hơi}_2}$ và $\eta_{\text{lò hơi}_2}$ là chi phí nhiên liệu và hiệu suất lò hơi sau khi chuyển đổi nhiên liệu. Lưu lượng hơi sử dụng là $m_{\text{hơi}}$ và T là khoảng thời gian được đánh giá về sự chuyển đổi nhiên liệu.

3.1.10 Tối ưu hóa hoạt động của bộ khử khí

Thiết bị khử khí có một số chức năng chính trong hệ thống hơi công nghiệp, bao gồm:

- Khử khí hoặc loại bỏ khí O_2 và CO_2 hòa tan trong nước cấp;
- Gia nhiệt nước cấp bổ sung;
- Có thể được sử dụng như 1 bình hòa trộn nước ngưng thu hồi và nước cấp bổ sung;
- Hoạt động như 1 bình chứa nước cấp để bơm vào lò.

Thiết bị khử khí hoạt động ở một áp suất cố định, áp suất này do người thiết kế quyết định. Nhiệm vụ chính của bình khử khí là khử lượng

ôxy hòa tan trong nước, do đó đòi hỏi phải có quá trình chưng tách. Quá trình chưng tách này được thực hiện nhờ hơi nước. Ngoài ra, hơi nước sẽ gia nhiệt cho nước cấp bổ sung làm giảm khả năng hòa tan O_2 và CO_2 trong nước, giúp tăng cường hiệu quả của quá trình chưng tách. Hiệu suất của khử khí sẽ là cao nhất khi nước cấp được gia nhiệt tới nhiệt độ bão hòa, tương ứng với áp suất hơi cấp vào. Ở nhiệt độ bão hòa, các khí hòa tan trong nước sẽ thoát ra nhiều nhất. Bình khử khí sử dụng đầu phun để phun hơi trực tiếp vào nước. Lượng hơi được sử dụng phụ thuộc vào:

- Áp suất của thiết bị khử khí;
- Lượng nước ngưng thu hồi và nước cấp bổ sung;
- Nhiệt độ nước ngưng thu hồi;
- Nhiệt độ nước cấp bổ sung;
- Lưu lượng thoát hơi của thiết bị khử khí.

Khi áp suất của thiết bị khử khí tăng lên thì lượng hơi cần cung cấp cho khử khí sẽ nhiều hơn và lượng hơi thoát ra ngoài (qua đường thoát khí) cũng sẽ tăng lên. Tuy nhiên, nếu nước ngưng hồi về có nhiệt độ cao hơn hoặc có áp dụng giải pháp thu hồi nhiệt thải để gia nhiệt nước cấp bổ sung, thì vận hành khử khí ở áp suất cao hơn sẽ có lợi. Áp suất vận hành cao hơn cũng cho phép sử dụng bình khử khí kích thước nhỏ hơn đối với cùng một phụ tải hơi. Trong thực tế có nhiều trường hợp quy trình sản xuất thay đổi theo thời gian hoặc được điều chỉnh trong quá trình vận hành. Điều này có thể dẫn đến sự thay đổi lượng nước ngưng thu hồi, nhiệt độ nước ngưng và nhiệt độ nước cấp bổ sung sau khi gia nhiệt. Do vậy, vấn đề quan trọng là phải đánh giá hoạt động của thiết bị khử khí, đảm bảo cho khử khí hoạt động ở áp suất thấp nhất có thể mà vẫn đáp ứng hiệu quả khử khí cao nhất.

Ngoài ra, việc giảm áp suất khử khí sẽ làm giảm nhiệt độ nước cấp đi vào bộ hâm nước, và điều này có thể giúp làm giảm nhiệt độ khói thải, dẫn đến nâng cao hiệu suất lò hơi. Tuy nhiên, cần lưu ý để đảm bảo rằng việc hạ thấp nhiệt độ nước cấp không làm giảm nhiệt độ khói xuống dưới nhiệt độ đọng sương axit.

Để tính toán mức tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm chi phí cho cơ hội này cần sử dụng một mô hình hệ thống chi tiết như mô hình MEASUR của Bộ Năng lượng Hoa Kỳ.

3.2 Hệ thống phân phối

3.2.1 Sửa chữa các điểm rò rỉ hơi nước

Hơi nước là một nguồn năng lượng đắt tiền, vì vậy khi hơi bị thất thoát từ hệ thống do rò rỉ có thể gây ra những thiệt hại kinh tế đáng kể. Rò rỉ hơi xảy ra ở mọi nơi nhưng hầu hết tập trung ở các vị trí phổ biến như:

- Mặt bích và gioăng đệm;
- Các phụ kiện đường ống;
- Van, ti van và chi tiết chèn kín;
- Bẫy hơi;
- Van an toàn;
- Các vị trí hư hỏng trên đường ống.

Rò rỉ hơi từ các vị trí hư hỏng trên đường ống có thể là một nguồn thất thoát hơi chính trong nhà máy công nghiệp. Tuy nhiên, vấn đề này thường nhanh chóng được nhận biết và khắc phục do liên quan đến “vấn đề an toàn”, đặc biệt nếu vị trí hư hỏng ở gần khu vực mà nhân viên nhà máy thường xuyên qua lại. Nhưng những hiện tượng rò rỉ hơi xảy ra tại các vị trí xa (như trên giá đỡ đường ống) thì thường không được chú ý và có thể tồn tại ở đó mãi mãi.

Các hỏng hóc của bẫy hơi cũng gây ra một lượng rò rỉ hơi nước lớn trong nhà máy công nghiệp, và vấn đề này sẽ được đề cập chi tiết trong Mục 3.4 “Khu vực thu hồi” của tài liệu này. Nói chung, các hỏng hóc của bẫy hơi khó quan sát hơn so với hư hỏng trên đường ống, đặc biệt là trong các hệ thống nước ngưng kín.

Thực hiện một chương trình bảo trì liên tục dựa trên việc tìm kiếm và loại bỏ các hiện tượng rò rỉ hơi nước là rất cần thiết cho sự vận hành hiệu quả hệ thống hơi. Trong hầu hết các trường hợp, các chương trình bảo trì như vậy được đặt ra trong nhà máy công nghiệp để thể hiện sự quan tâm đến hiệu quả chi phí và các tác động tổng thể của chúng tới việc vận hành. Tuy nhiên, thực tế đã cho thấy việc xây dựng một chương trình quản lý rò rỉ hơi nước có thể đem lại lợi ích cả về kinh tế như cũng như đảm bảo sự hoạt động tin cậy cho một nhà máy công nghiệp.

Thông thường, rất khó để xác định mức độ tổn thất hơi thông qua rò rỉ, trừ khi tuân thủ một quy trình phù hợp. Tuy nhiên, cần căn cứ vào mức độ rò rỉ hơi để lên kế hoạch cho chiến lược sửa chữa khắc phục. Một số phương pháp lý thuyết và thực nghiệm đã được phát triển để ước tính lượng tổn thất hơi nước, bao gồm, nhưng không giới hạn trong các phương pháp sau:

- Ứng dụng mô hình MEASUR của Bộ Năng lượng Hoa Kỳ;
- Sử dụng công thức dòng chảy nghẽn của Napier;
- Đo bằng ống Pitot tại hiện trường;
- Sử dụng thiết bị đo siêu âm;
- Lập phương trình cân bằng vật chất và năng lượng.

Lưu lượng rò rỉ gần đúng của hơi bão hòa đi qua lỗ cạnh sắc tại áp suất vận hành và kích thước lỗ tiết lưu cho trước được tính theo công thức dòng chảy nghẽn của Napier:

$$m_{\text{hơi}} = 0,695 \times A_{\text{lỗ rò}} \times P_{\text{hơi}} \quad (3.5)$$

Trong đó, $m_{\text{hơi}}$ là lưu lượng hơi rò rỉ (kg/h), $A_{\text{lỗ rò}}$ là diện tích của lỗ tiết lưu mà qua đó hơi nước rò rỉ (mm^2) và $P_{\text{hơi}}$ là áp suất ống góp (bar tuyệt đối). Cần lưu ý rằng quan hệ này chỉ có giá trị đối với các điều kiện dòng chảy nghẽn, đó là khi áp suất hơi thoát nhỏ hơn 0,51 lần so với áp suất trong đường ống cấp hơi.

3.2.2 Giảm thiểu việc xả hơi nước

Xả hơi không nên nhầm lẫn với rò rỉ hơi. Xả hơi xảy ra khi van an toàn hoặc các thiết bị kiểm soát áp suất khác xả hơi từ các đường ống cấp hơi ra môi trường xung quanh. Điều này thường xảy ra do mất cân bằng hơi trên các đường cấp khí lượng hơi sản xuất ra nhiều hơn mức cần thiết cho quá trình sử dụng. Tiềm năng tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm chi phí có thể là rất lớn căn cứ vào loại nhiên liệu sử dụng. Xả hơi thường xảy ra tự động khi áp suất hơi trong ống góp đạt đến giới hạn cho phép. Đôi khi xả hơi được thực hiện thông qua việc mở bằng tay van “xả hơi” hoặc van “thông hơi ra ngoài trời”.

Tại các nhà máy công nghiệp có tổ máy đồng phát nhiệt điện sử dụng tuabin hơi có thể quan sát thấy xả hơi nhiều hơn những nơi khác, đặc biệt là nếu chỉ có tuabin đối áp chạy theo phụ tải quá trình công nghệ hoặc vận hành trong điều kiện công suất phát điện (hoặc lưu lượng cấp hơi) cố định. Các nhà máy công nghiệp sử dụng tuabin ngưng hơi hầu như không bao giờ xả hơi, trừ khi đạt tới giới hạn công suất cực đại của tuabin. Trong một số trường hợp, cần phải thực hiện phân tích kinh tế dựa trên chi phí định mức của nhiên liệu và điện để xác định giá trị thực của lượng hơi xả. Trong hầu hết các trường hợp, có thể thấy rằng xả hơi là không kinh tế đối với các tổ máy đồng phát, nhưng có thể có một số trường hợp như vào giờ cao điểm, khi sản xuất điện có lợi hơn nhiều so với chi phí hơi xả. Chủ đề này sẽ được thảo luận thêm trong phần “Các cơ hội tiết kiệm trong đồng phát nhiệt - điện”.

3.2.3 Đảm bảo đường ống, van, phụ kiện và bình chứa của hệ thống hơi nước được cách nhiệt tốt

Bảo ôn là một giải pháp khác thuộc chương trình bảo trì liên tục và cần được xem xét định kỳ trong tất cả các nhà máy công nghiệp. Cần lưu ý rằng mặc dù giải pháp bảo ôn đang được thảo luận ở đây trong khu vực “Phân phối hơi”, nhưng giải pháp này có tác động ở tất cả các khu vực của hệ thống hơi nước. Lý do chính để đưa phần thảo luận về bảo ôn vào khu vực “Phân phối hơi” là bởi vì giải pháp này có tác động lớn nhất ở đây.

Bảo ôn vô cùng quan trọng trong các hệ thống hơi vì những lý do sau đây:

- Đảm bảo an toàn cho nhân viên nhà máy;
- Giảm thiểu tổn thất năng lượng;
- Duy trì các thông số trạng thái hơi theo yêu cầu của hộ tiêu thụ;
- Bảo vệ thiết bị, đường ống... khỏi tác động của điều kiện môi trường xung quanh;
- Bảo đảm tính toàn vẹn của toàn bộ hệ thống.

Có một số nguyên nhân khiến cho phần bảo ôn bị hư hại hoặc khuyết thiếu, bao gồm:

- Khuyết thiếu lớp bảo ôn do các hoạt động bảo dưỡng;

- Khuyết thiếu hoặc hư hại lớp bảo ôn do quản lý sử dụng không đúng cách;
- Bảo ôn bị hư hại do sự cố;
- Hao mòn thông thường của vật liệu bảo ôn do điều kiện môi trường xung quanh;
- Van và các bộ phận khác không được bảo ôn do không có chỉ định trong thiết kế.

Các khu vực phổ biến nhất thường xảy ra khuyết thiếu hoặc hư hại lớp bảo ôn bao gồm:

- Các đường ống phân phối hơi;
- Van;
- Các cửa kiểm tra;
- Thiết bị tiêu thụ hơi;
- Bồn bể chứa;
- Đường thu hồi nước ngưng.

Xác định sơ bộ mức tổn thất năng lượng và mức tổn thất chi phí từ các khu vực không được bảo ôn (hoặc bảo ôn kém) trong hệ thống hơi sẽ tạo cơ sở để xác định sự cần thiết thực hiện một dự án bảo ôn. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến mức tổn thất năng lượng từ các khu vực không được bảo ôn hoặc bảo ôn kém là:

- Nhiệt độ của quá trình công nghệ;
- Nhiệt độ môi trường;
- Diện tích bề mặt tiếp xúc với môi trường xung quanh;
- Tốc độ gió;
- Số giờ hoạt động;
- Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu ống (hoặc thiết bị);

- Nhiệt trở của vật liệu bảo ôn (nếu có).

Có thể xây dựng và sử dụng một mô hình tính toán truyền nhiệt cấp một để xác định các tổn thất năng lượng do truyền nhiệt bức xạ và đối lưu (tự nhiên hoặc cưỡng bức) xảy ra trên tất cả các khu vực không được bảo ôn hoặc bảo ôn kém. Việc tính toán để xác định mức tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm chi phí có thể sử dụng phần mềm 3EPlus®.

3.2.4 Cô lập dòng hơi khỏi các đường ống không sử dụng

Khi thay đổi các quy trình công nghệ, nhu cầu về hơi cũng thay đổi và đôi khi hơi không còn được sử dụng tiếp tại một dây chuyền hoặc thiết bị cụ thể nào đó. Tuy nhiên, các đường ống hơi vẫn được giữ nguyên và chứa hơi đến tận van chặn (van cách ly) tại đầu vào của thiết bị sử dụng hơi. Đôi khi thiết bị đã ngừng hoạt động và không còn được sử dụng lại, nhưng các đường ống cấp hơi tới thiết bị đó vẫn kết nối với các ống góp hơi và luôn ở trạng thái nóng. Tình trạng tương tự này cũng có thể xảy ra trong quá trình chuyển đổi theo mùa, khi nhà máy chuyển từ chế độ sưởi ấm (mùa đông) đến chế độ làm mát (vào mùa hè), khi đó các đường ống dẫn hơi vẫn tiếp tục nóng và do vậy tăng thêm tải cho hệ thống làm mát. Có vô số các trường hợp như vậy có thể xảy ra trong các nhà máy công nghiệp và tất cả đều mang đến các cơ hội tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm chi phí đáng kể, do đó việc tối ưu hóa hệ thống hơi nước cần nắm bắt được các cơ hội đó thông qua việc phân tích có tính hệ thống, bao gồm cả hệ thống phân phối kết hợp với các hộ tiêu thụ trong quy trình công nghệ.

Từ quan điểm tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm chi phí, việc cách ly hơi khỏi các đường ống không sử dụng sẽ:

- Loại bỏ các tổn thất truyền nhiệt;
- Loại bỏ rò rỉ hơi nước;
- Loại bỏ nước ngưng hình thành trong các ống góp có thể dẫn đến thủy kích;
- Giảm bớt yêu cầu bảo trì các bộ phận hệ thống hơi trong khu vực không sử dụng đó.

Ngoài ra, các quá trình công nghệ phía sau khu vực không sử dụng này có thể bị ảnh hưởng bởi chất lượng của hơi nước, đồng thời có thể có

những tác động đến sản xuất, yêu cầu phải bổ sung thêm hơi, làm tăng chi phí vận hành.

3.2.5 Giảm lưu lượng qua các trạm giảm áp

Thông thường, hơi nước được tạo ra tại một áp suất cao hơn và được phân phối thông qua các nhánh cấp hơi khác nhau có áp suất thấp hơn hoặc thông qua một đường cấp duy nhất. Tuy nhiên, có một số trạm giảm áp có thể điều chỉnh giảm áp suất hơi theo đúng yêu cầu. Khi đi qua van giảm áp, hơi sẽ giãn nở (giảm áp suất) và giảm nhiệt độ. Do đó, hơi nước đi qua một van giảm áp sẽ không bị mất năng lượng (kJ/kg) bởi vì đó là quá trình đẳng entanpy - tức là entanpy của hơi không thay đổi. Tuy nhiên, giá trị entropy của hơi sẽ thay đổi, nghĩa là làm giảm khả năng sinh công của hơi nước. Đây không phải là một vấn đề lớn nếu nhà máy công nghiệp không có tuabin hơi. Tuy nhiên, các nhà máy công nghiệp cũng nên đánh giá khả năng sử dụng tuabin hơi nếu có một dòng hơi liên tục với lưu lượng đáng kể đi qua các van giảm áp.

Cơ hội tối ưu hóa được nêu ra ở đây là nhằm mục đích đảm bảo hơi được sinh ra trong các nhà máy công nghiệp có áp suất đúng theo yêu cầu và không có bất kỳ tổn thất đáng kể nào do giãn nở hơi nước. Trạm giảm áp luôn đòi hỏi phải được bảo dưỡng định kỳ và hầu hết không được bảo ôn. Ngoài ra, bộ phận ti van và chèn kín là nơi dễ xảy ra rò rỉ hơi do ảnh hưởng của chu kỳ giãn nở nhiệt và chuyển động thường xuyên của ti van do nhu cầu hơi thay đổi.

3.2.6 Giảm sụt áp ở các ống góp

Cơ hội tối ưu hóa này bắt nguồn từ thực tế rằng qua thời gian, quá trình công nghệ có thể thay đổi và nhu cầu sử dụng hơi nước cũng thay đổi theo. Ngoài ra, hiệu quả của hệ thống phân phối cũng bị suy giảm do bị xuống cấp và có sự gia tăng sụt áp trong ống góp hơi. Trong một hệ thống hơi bão hòa, sự sụt áp này sẽ làm giảm nhiệt độ hơi nước và ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình công nghệ. Ngoài ra, điều này cũng có nghĩa là sẽ cần nhiều hơi hơn do entanpy của hơi bị giảm vì các tổn thất nhiệt.

Không có tiêu chuẩn công nghiệp nào đề cập đến sự sụt áp trong các đường ống cấp hơi, nhưng có thể kể ra ba nguyên nhân chính làm gia tăng sụt áp trong các đường ống cấp hơi. Đó là:

- Tăng nhu cầu hơi khiến cho lưu lượng hơi qua đường ống cấp nhiều hơn;

- Sự giảm áp suất của đường ống cấp hơi;
- Tồn tại nước ngưng và dòng 2 pha trong đường ống cấp hơi;
- Kết hợp các nguyên nhân trên.

Khi lưu lượng hơi tăng, vận tốc dòng hơi cũng tăng theo và độ sụt áp tỷ lệ với bình phương vận tốc. Khi thực hiện tối ưu hóa hệ thống hơi, điều quan trọng là phải hiểu được thiết kế của các đường ống cấp và phụ tải hơi thiết kế cho các đường cấp này. Thông thường, vận tốc thiết kế đối với dòng hơi nằm trong khoảng 15-25 m/s. Vượt quá những giá trị này sẽ dẫn đến sự gia tăng đáng kể độ ồn và độ rung của cả cấu trúc, đặc biệt tại các vị trí gần chỗ uốn cong và giá đỡ ống.

Khi áp suất đường ống cấp giảm, do khối lượng riêng của hơi thấp hơn (vì thể tích riêng cao hơn), nên đối với cùng một lưu lượng khối như nhau thì vận tốc hơi sẽ tăng lên. Do đó, việc tăng vận tốc sẽ làm gia tăng sự sụt áp quá mức như giải thích ở trên. Trong một số nhà máy công nghiệp, khuyến nghị chung để tiết kiệm năng lượng là giảm áp suất vận hành lò hơi. Việc này cần được thực hiện hết sức thận trọng, và trong trường hợp các đường ống cấp hơi được thiết kế với công suất dư thừa (điều này thường rất hiếm gặp) thì không nên thực hiện khuyến nghị này.

Sự ngưng tụ hơi bão hòa xảy ra ngay khi một lượng nhiệt nhỏ bị thất thoát từ đường ống do khuyết thiếu bảo ôn... Điều này có nghĩa là đường ống cấp hơi phải hoạt động trong điều kiện dòng 2 pha. Nếu hệ thống bầu hơi không hoạt động đúng cách thì có nghĩa là hơi và nước chuyển động trong đường ống với cùng một vận tốc. Kết hợp với chế độ dòng chảy (dựa trên lượng nước), điều này có thể dẫn đến sự sụt giảm áp suất rất lớn và gây ra hiện tượng thủy kích. Thông tin chi tiết hơn về chủ đề này được cung cấp trong phần sau.

Các cơ hội tối ưu hóa để giảm sự sụt áp trong các đường ống cấp hơi có thể thực hiện thông qua việc đánh giá các giải pháp sau đây:

- Sử dụng đường ống cấp lớn hơn thay thế cho đường ống cấp hiện tại;
- Bổ sung một nhánh cấp hơi khác cho cùng mức áp suất;
- Giảm nhu cầu hơi trên đường ống cấp bằng cách chuyển dịch nhu cầu hơi sang các mức áp suất khác;

- Tăng kích cỡ van hoặc hiệu chỉnh lại kích cỡ;
- Loại bỏ các cơ cấu hạn chế dòng chảy trong các đường ống cấp hơi;
- Thực hiện tất cả các giải pháp tối ưu hóa trong phần này như: Khắc phục rò rỉ hơi nước; Cải thiện bảo ôn; Đảm bảo vận hành đúng cách các điểm xả nước ngưng, ...

3.2.7 Xả nước ngưng khỏi các ống góp hơi

Hệ thống phân phối hơi có thể rất lớn và có thể có đến hàng kilômét đường ống hơi trong một nhà máy công nghiệp. Ngay cả khi các đường ống hơi được bảo ôn tốt thì vẫn có một lượng tổn thất nhiệt nhất định, làm ngưng tụ hơi nước trong các ống góp hơi, đặc biệt đối với các hệ thống hơi nước bão hòa. Trong một số hệ thống hơi có hiện tượng nước bị cuốn theo hơi ngay từ lò hơi thì vấn đề này trở nên trầm trọng hơn và sẽ tồn tại dòng 2 pha ngay từ khu vực sản xuất hơi.

Hầu hết các nhà máy công nghiệp có bẫy hơi để loại bỏ nước ngưng hình thành trong đường ống cấp hơi. Việc loại bỏ nước ngưng khỏi các đường ống cấp hơi đảm bảo cho hệ thống hơi hoạt động tin cậy và hình thành các “thực hành tốt nhất” sau đây:

- Đường ống cấp hơi không bị sụt áp quá mức;
- Không gây ra thủy kích trong đường ống cấp hơi do chế độ dòng chảy 2 pha;
- Hộ sử dụng hơi nhận được hơi khô;
- Các thiết bị tiêu thụ hơi chính như các tuabin nhận được hơi khô;
- Không gây ăn mòn, rỉ hoặc xâm thực trên các phụ kiện đường ống, van,...

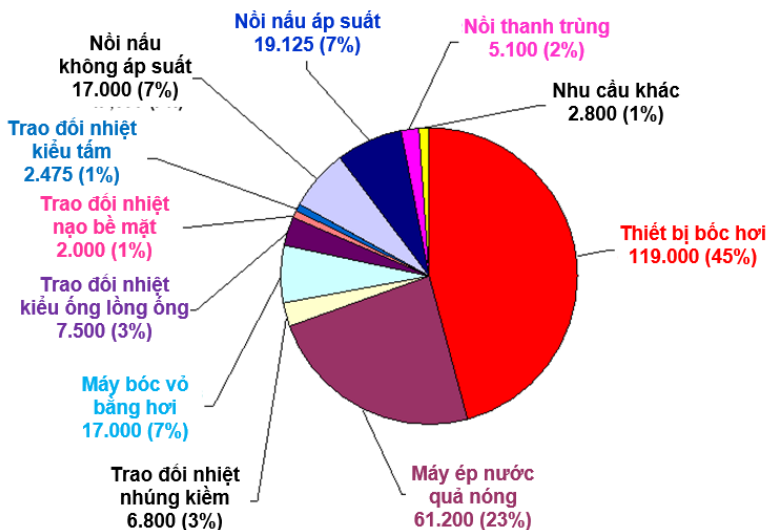
Nước ngưng thoát ra từ các đường ống cấp hơi có thể được cho bốc hơi trong bình giãn nở (flash tank) để tách hơi đưa tới nhánh cấp hơi khác có áp suất thấp hơn. Lượng nước ngưng còn lại có thể đưa trực tiếp về phân xưởng lò hơi hoặc đưa tới hệ thống thu hồi nước ngưng áp suất thấp hơn.

Một số nhà máy công nghiệp thực hiện việc loại bỏ nước ngưng từ các đường ống cấp hơi rất hiệu quả, nhưng có thể không có thu hồi nước ngưng mà thay vào đó lại đổ bỏ nước ngưng đi. Việc đổ bỏ nước ngưng thu được từ các đường ống cấp hơi gây ra cả tổn thất năng lượng và tổn thất kinh tế. Việc này sẽ được đánh giá trong phần “Thu hồi nước ngưng”. Tuy nhiên, điều quan trọng là xác định các cơ hội tiềm năng trong khu vực phân phối hơi, nơi mà nước ngưng có thể và cần phải được thu gom và đưa trở lại phân xưởng lò hơi.

3.3 Các hệ tiêu thụ thông dụng

Thiết bị sử dụng hơi trong công nghiệp rất đa dạng và thậm chí trong cùng một quá trình công nghệ nhưng lại có sự khác biệt giữa các ngành công nghiệp khác nhau. Do đó rất khó để trình bày đầy đủ về các thiết bị sử dụng hơi trong một tài liệu đào tạo ngắn gọn. Tuy nhiên, thiết bị sử dụng hơi là yếu tố chính để thiết lập một hệ thống hơi trong nhà máy công nghiệp nên không thể bỏ qua. Cần phải nghiên cứu và tìm hiểu một cách thấu đáo các thiết bị sử dụng hơi, bởi vì tối ưu hóa trong khu vực sử dụng hơi có thể sẽ mang lại những lợi ích đáng kể về tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm chi phí, cũng như cải thiện năng suất và sản lượng. Nhân viên nhà máy làm việc trong các hệ thống hơi công nghiệp cần được đào tạo để hiểu cách thức hơi nước được sử dụng như thế nào trong các thiết bị cụ thể của họ. Điều này sẽ cho phép họ thực sự tối ưu hóa hệ thống hơi của mình trong hoạt động cụ thể của nhà máy.

Đối với mọi phân tích tối ưu hóa hệ thống hơi, điều quan trọng là phải nắm được lượng hơi tiêu thụ của mỗi thiết bị sử dụng hơi trong nhà máy. Thông tin này có thể thu thập ở cấp độ tổng thể hệ thống hơi (như trong hình 3.6), hoặc có thể thu thập theo từng mức áp suất hơi hay theo từng khu vực riêng lẻ trong nhà máy. Nói chung rất khó để có thể xác định được cơ cấu tỷ lệ phân phối sử dụng hơi vì không có sẵn các thiết bị đo tại các hệ tiêu thụ. Do đó nhân viên nhà máy cần tìm hiểu hoạt động của thiết bị sử dụng hơi cùng với các thông tin thiết kế có thể chỉ ra nhu cầu hơi (và phụ tải nhiệt) cho các thiết bị sử dụng hơi dựa trên các điều kiện làm việc của quy trình công nghệ. Phương pháp này sẽ giúp ích rất nhiều trong việc xây dựng một cái nhìn tổng quát về sử dụng hơi và xác định các thiết bị tiêu thụ hơi chính cần tập trung phân tích trong khi thực hiện tối ưu hóa hệ thống hơi. Các ví dụ trong phần này sẽ cung cấp một số ý tưởng cho việc xác định lưu lượng hơi trong quy trình công nghệ bằng cách sử dụng các nguyên tắc cơ bản về cân bằng vật chất và cân bằng năng lượng.



Hình 3.6. Tỷ lệ sử dụng hơi trong ngành chế biến thực phẩm và đồ uống.

Ví dụ

Một thiết bị trao đổi nhiệt ống chùm gia nhiệt cho nước có lưu lượng 600 lít/phút từ 25°C đến 75°C. Sử dụng hơi bão hòa ở áp suất khí quyển để gia nhiệt. Nước ngưng ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt tại 100°C. Tính phụ tải nhiệt và lượng hơi cần thiết cho quá trình trao đổi nhiệt gián tiếp này.

Lượng nhiệt truyền tới nước được tính toán như sau:

$$Q_{\text{nước}} = m_{\text{nước}} \times C_p \times (T_{\text{thai}} - T_{\text{cap}})$$

$$Q_{\text{nước}} = \frac{600}{60} \times 4,183 \times (75 - 25) = 2.091 \text{ kW}$$

Do cân bằng năng lượng, lượng nhiệt này được cung cấp bởi hơi nước và do đó có thể viết là:

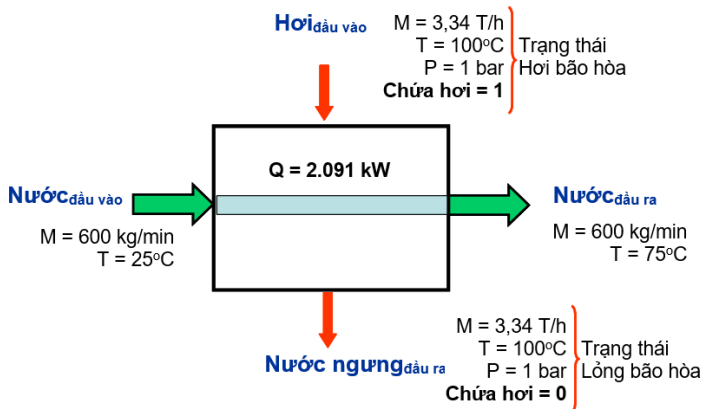
$$Q_{\text{nước}} = Q_{\text{hơi}} = m_{\text{hơi}} \times (h_{\text{hơi}} - h_{\text{nước ngưng}})$$

Trong đó h_{hoi} (2.676 kJ/kg) là entanpy của hơi bão hoà tại áp suất khí quyển và $h_{nuoc\ ngung}$ (419 kJ/kg) là entanpy của nước ngưng tại 100°C (tra theo bảng hơi nước).

$$Q_{nuoc} = 2.091 = m_{hoi} \times (2.676 - 419)$$

$$m_{hoi} = \frac{2.091}{2.257} = 0,927 \text{ kg/s} = 3,34 \text{ T/h}$$

Hình 3.7 Trình bày phụ tải nhiệt và các dòng môi chất của bộ trao đổi nhiệt dưới dạng sơ đồ.



Hình 3.7. Trao đổi nhiệt gián tiếp hơi – nước.

Theo cách tiếp cận truyền thống, chiến lược cơ bản để tối ưu hóa việc sử dụng hơi trong một quá trình tiêu thụ hơi:

- Giảm lượng hơi sử dụng theo quy trình, nên nâng cao hiệu quả của quá trình, chuyển nhu cầu dùng hơi sang một phần một nguồn nhiệt thải;
- Giảm áp suất hơi cần thiết cho quá trình;
- Cải thiện hơi thấp áp (hoặc nguồn nhiệt thải) để cung cấp cho nhu cầu của quá trình;

- Tích hợp quy trình dẫn tới tối ưu hóa năng lượng tổng thể của nhà máy.

3.4 Khu vực thu hồi nước ngưng

Tối ưu hóa hệ thống thu hồi nước ngưng và các thiết bị ngoại vi liên quan trong các nhà máy công nghiệp có thể thực hiện bằng nhiều giải pháp khác nhau. Các giải pháp này cơ bản liên quan đến lĩnh vực quản lý năng lượng và nhìn chung sẽ đem lại những lợi ích kinh tế hấp dẫn khi xác định được các cơ hội tiết kiệm năng lượng. Các giải pháp này cũng rất cần thiết để đảm bảo vận hành liên tục, hiệu quả và tin cậy cho bất kỳ hệ thống hơi nào.

Một số cơ hội tối ưu hóa trong khu vực thu hồi nước ngưng bao gồm:

- Thực hiện chương trình quản lý và bảo trì bẫy hơi hiệu quả;
- Thu hồi nước ngưng càng nhiều càng tốt;
- Thu hồi nước ngưng có nhiệt năng cao nhất có thể;
- Cho giãn nở nước ngưng áp suất cao để tạo ra hơi áp suất thấp.

3.4.1 Thực hiện một chương trình quản lý và bảo trì bẫy hơi hiệu quả

Việc thực hiện một chương trình bảo trì và quản lý bẫy hơi hiệu quả trong một nhà máy công nghiệp là cực kỳ quan trọng. Có thể có hàng trăm bẫy hơi trong các nhà máy lớn và tất cả số bẫy hơi này cần được kiểm tra định kỳ để đảm bảo chúng hoạt động tốt. Cần kiểm tra tính năng hoạt động của tất cả các bẫy hơi trong nhà máy ít nhất mỗi năm một lần. Các loại bẫy hơi có thể hoạt động dựa trên các nguyên lý khác nhau. Để điều tra các bẫy hơi, quan trọng là phải nắm được cách thức vận hành của từng loại. Do đó, việc kiểm tra cần được thực hiện bởi các nhân viên được đào tạo, hiểu hoạt động của bẫy hơi và hệ thống hơi nói chung. Tính năng hoạt động của bẫy hơi nên được đánh giá bằng cách sử dụng các công cụ thích hợp như cảm biến siêu âm và nhiệt kế.

Có 2 dạng lỗi chính ở bẫy hơi có thể ảnh hưởng đáng kể đến tính kinh tế hoặc khả năng hoạt động:

- Lỗi mở (không đóng kín được);

- Lỗi đóng kín (không mở được).

Bẫy hơi bị lỗi mở sẽ dẫn đến việc hơi bị thoát ra khỏi hệ thống, gây ra rò rỉ hơi. Bẫy hơi bị lỗi đóng kín khiến cho nước ngưng không thoát ra được và gây ra đùn ứ nước ngưng trong thiết bị. Nếu bẫy hơi này lắp trong một bộ trao đổi nhiệt, thì quá trình công nghệ sẽ bị giới hạn về công suất nhiệt. Trường hợp bẫy hơi này làm việc cho một đường ống cấp hơi, việc ứ đọng nước ngưng có thể gây ra hiện tượng thủy kích và làm hư hại các bộ phận trên đường ống. Ngay cả khi hệ thống hơi được bảo trì tốt thì vẫn có khoảng 10% bẫy hơi bị hư hỏng mỗi năm. Nếu không được kiểm soát, điều này có thể gây ra tổn thất kinh tế đáng kể và các vấn đề vận hành của hệ thống.

Kết quả đánh giá phải được lập thành một cơ sở dữ liệu bao gồm các kết quả kiểm tra bẫy hơi:

- Bẫy hơi tốt và làm việc đúng yêu cầu;
- Bẫy bị lỗi mở và rò rỉ hơi;
- Bẫy bị lỗi mở và xả ra môi trường xung quanh;
- Bẫy bị lỗi đóng kín.

Ước tính tổn thất hơi cho mỗi bẫy hơi bị rò rỉ cần được đưa vào đánh giá. Một phương pháp tốt để tính tổn thất hơi lớn nhất qua một bẫy hơi bị lỗi là thực hiện tính toán lỗ tiết lưu (xem công thức Napier). Đây là mức tổn thất hơi lớn nhất cho một bẫy hơi cụ thể. Có thể có sai số vì không xác định được có vật cản bên trong dòng chảy này hay không. Tuy nhiên, một ước tính gần đúng về tổn thất hơi là đủ để cho phép xác định ưu tiên sửa chữa.

Có một số phương pháp và kỹ thuật được áp dụng trong công nghiệp để kiểm tra tình trạng hoạt động của bẫy hơi, như:

- Kiểm tra trực quan;
- Kiểm tra bằng kỹ thuật âm thanh;
- Kiểm tra bằng nhiệt;
- Theo dõi trực tuyến theo thời gian thực.

Trong hầu hết các trường hợp, việc sử dụng một phương pháp có thể không đưa ra câu trả lời thỏa đáng về tình trạng hoạt động của bể hơi. Do đó, khuyến nghị nên kết hợp các phương pháp nêu trên. Ngoài ra, công việc kiểm tra bể hơi đòi hỏi phải được đào tạo đầy đủ và có hiểu biết sâu về hoạt động của bể hơi, cho nên việc sử dụng dịch vụ bên ngoài cho hoạt động này theo định kỳ là điều nên làm. Hầu hết các nhà sản xuất và cung cấp bể hơi đều cung cấp dịch vụ đánh giá bể hơi với mức chi phí tối thiểu hoặc miễn phí cho các nhà máy công nghiệp.

Duy trì cơ sở dữ liệu về bể hơi là việc rất cần thiết trong chương trình quản lý bể hơi có hiệu quả. Cơ sở dữ liệu này tối thiểu phải bao gồm các thông tin sau đây:

- Số thẻ bể hơi;
- Vị trí lắp đặt;
- Loại bể hơi;
- Số model;
- Nhà sản xuất;
- Ngày bể hơi được kiểm tra tính năng gần nhất;
- Ngày bể hơi được lắp đặt (hoặc lắp đặt lại sau khi bị lỗi);
- Nguyên nhân gây ra lỗi của bể hơi;
- Tên của người lắp đặt hoặc thay thế bể hơi bị lỗi;
- Khả năng thiệt hại kinh tế nếu bể hơi bị lỗi mở;
- Khả năng gây ra các vấn đề cho sản xuất nếu bể hơi bị lỗi mở;
- Khả năng gây ra các vấn đề cho sản xuất nếu bể hơi bị lỗi đóng kín;
- Dấu hiệu chỉ báo của bể hơi bị lỗi mở;
- Dấu hiệu chỉ báo của bể hơi bị lỗi đóng kín.

Nếu không thực hiện việc đánh giá chi tiết bẫy hơi tại nhà máy thì rất khó định lượng được các lợi ích do chương trình quản lý bẫy hơi mang lại. Tuy nhiên, kinh nghiệm thực tế và số liệu thống kê đã chứng minh rằng khi các bẫy hơi bị hỏng mà không được thay thế hoặc sửa chữa, chúng có thể dẫn đến một sự lãng phí năng lượng đáng kể, là nguyên nhân gây ra tai nạn và sự cố trong sản xuất và ảnh hưởng nghiêm trọng đến độ tin cậy của hệ thống.

Công cụ MEASUR của Bộ Năng lượng Hoa Kỳ cho phép đưa ra một ước tính ở mức tổng quát về tiềm năng tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm chi phí thông qua việc thực hiện một chương trình quản lý và bảo trì hiệu quả các bẫy hơi. Ước tính này dựa trên tỷ lệ hư hỏng bẫy hơi trong lịch sử, số lượng bẫy hơi trong nhà máy và thời điểm gần nhất thực hiện việc đánh giá bẫy hơi và các hoạt động sửa chữa hoặc thay thế bẫy hơi trong nhà máy.

3.4.2 Tận dụng nước ngưng có sẵn càng nhiều càng tốt

Nước ngưng được tạo ra sau khi hơi đã truyền đi toàn bộ nhiệt hóa hơi và ngưng tụ thành nước lỏng. Có một lượng nhiệt năng đáng kể vẫn còn lại trong nước ngưng. Thu hồi được một đơn vị nước ngưng có nghĩa là giảm bớt được một đơn vị nước cấp bổ sung cần phải xử lý. Do đó, thu hồi thêm nước ngưng sẽ:

- Giảm năng lượng cần cung cấp cho khử khí;
- Giảm lượng nước cấp bổ sung cần phải xử lý;
- Giảm hóa chất xử lý nước;
- Giảm lượng nước để làm nguội trước khi xả xuống rãnh thoát;
- Có thể làm giảm tỷ lệ xả lò.

Tối ưu hóa thu hồi nước ngưng bắt đầu bằng việc đánh giá lượng nước ngưng hiện tại có khả năng thu hồi. Lượng nước ngưng thu hồi nên được đánh giá theo các mức áp suất khác nhau. Trong các nhà máy công nghiệp lớn có hệ thống phân phối hơi và thiết bị sử dụng hơi phủ trên diện tích rộng, việc thu hồi nước ngưng phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Mức độ nhiễm bẩn của nước ngưng;
- Chi phí cho thiết bị thu hồi;

- Chi phí cho đường ống nước ngưng.

Các thiết bị đo hiện nay cho phép theo dõi mức độ nhiễm bẩn trong nước ngưng theo thời gian thực. Những thiết bị này đã được áp dụng rất thành công trong các nhà máy công nghiệp, cho phép thu gom nước ngưng từ tất cả các nơi có thể, bao gồm cả những khu vực nước ngưng có khả năng bị nhiễm bẩn. Chức năng của loại thiết bị này dựa trên việc giám sát mức độ nhiễm bẩn hoặc độ dẫn điện được định trước đối với nước ngưng, và một khi các giá trị này bị vượt quá mức an toàn, hệ thống sẽ tự động mở van để xả bỏ nước ngưng xuống rãnh thoát, đồng thời đóng đường hồi về nhà lò hơi. Mọi tình huống cần phải được đánh giá dựa trên hiệu quả và khả năng áp dụng. Cần lưu ý các nguy cơ cao về nhiễm bẩn hệ thống nước cấp lò hơi khi thực hiện giải pháp này.

Chi phí thiết bị và đường ống thu hồi nước ngưng phụ thuộc vào vị trí thực tế của các thiết bị tiêu thụ hơi so với vị trí nhà lò hơi và khoảng cách phải lắp đặt đường ống để đưa nước ngưng về nhà lò hơi. Ngoài ra, trong thiết kế cũng phải cân nhắc phương án dùng bơm điện để bơm nước ngưng về hoặc sử dụng áp lực hơi và trạm nâng.

Bình chứa nước ngưng có thể sử dụng làm một điểm thu gom nước ngưng cục bộ và giúp giảm chi phí dự án cho việc bơm nước ngưng về từ từng hộ tiêu thụ hơi. Ngoài ra, bình chứa nước ngưng và bình giãn nở (flash tank) làm giảm lượng hơi đi vào đường ống thu hồi nước ngưng và điều này sẽ giúp giảm bớt sự cản trở dòng chảy trong đường ống thu hồi. Chúng cũng sẽ giúp loại bỏ hiện tượng thủy kích trong các hệ thống thu hồi nước ngưng.

Lượng nước ngưng cần thu hồi có thể được xác định bằng nhiều cách khác nhau, bao gồm:

- Lưu lượng hơi;
- Kích cỡ bể hơi;
- Cân bằng năng lượng và cân bằng khối lượng trên bộ trao đổi nhiệt sử dụng hơi;
- Các điều kiện thiết kế;
- Xô đựng nước và đồng hồ bấm giờ (cần thao tác hết sức thận trọng do nhiệt độ và áp suất cao).

3.4.3 Tận dụng nước ngưng ở nhiệt năng cao nhất có thể

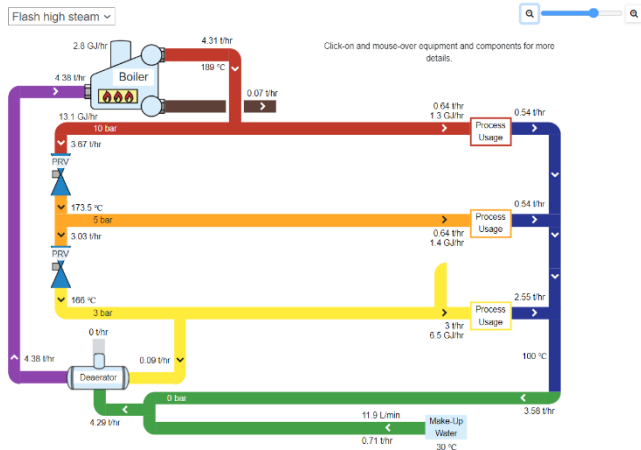
Từ các phân tích ở trên có thể thấy rằng nhiệt độ nước ngưng thu hồi càng cao thì yêu cầu gia nhiệt nước cấp tại thiết bị khử khí càng giảm. Điều này đồng nghĩa với việc tiết kiệm hơi và chi phí năng lượng. Hiệu quả từ cơ hội tối ưu hóa này có thể đánh giá theo cách tương tự như đã được đề cập và minh họa trong trường hợp trên đây. Tuy nhiên việc thu gom và đưa nước ngưng nhiệt độ cao trở về nhà lò hơi phải thực hiện hết sức cẩn trọng để tránh xảy ra các vấn đề về vận hành. Mối quan tâm lớn nhất là sự hoá hơi ở áp suất thấp (flashing) có thể xảy ra trong các đường ống thu hồi nước ngưng. Vấn đề này có thể trở nên nghiêm trọng hơn trong hệ thống hơi có nhiều mức áp suất, trong đó nước ngưng thu hồi từ các điểm khác nhau được trộn lẫn và có sự chênh lệch lớn về nhiệt độ giữa các đường thu hồi nước ngưng.

Khi thực hiện tối ưu hóa hệ thống hơi cần cân nhắc chi phí đầu tư phát sinh để có hệ thống chuyên dụng thu hồi nước ngưng nhiệt độ cao so với hệ thống đơn giản gồm bồn chứa nước ngưng/bình giãn nở (có đường thoát hơi ra môi trường) làm thất thoát lượng nhiệt bổ sung do nhiệt độ cao này. Tùy thuộc vào lượng nước ngưng, nhiệt năng này có thể rất đáng kể và cần cố gắng bằng mọi cách để thu gom và đưa trở lại lò hơi lượng nước ngưng này với nhiệt năng cao nhất có thể.

3.4.4 Cho giãn nở nước ngưng áp suất cao để tạo ra hơi áp suất thấp

Trong các nhà máy công nghiệp có sử dụng hơi ở các mức áp suất khác nhau, cơ hội tối ưu hóa này có thể tác động đáng kể đến chi phí năng lượng và chi phí vận hành. Như đã đề cập trên đây, nước ngưng chứa rất nhiều nhiệt năng, và nếu nước ngưng được thu gom ở áp suất cao hơn thì có thể cho giãn nở để tạo ra hơi áp suất thấp. Tùy thuộc vào vị trí và khoảng cách đến các ống góp hơi hoặc thiết bị sử dụng hơi, hơi áp suất thấp này có thể trực tiếp bù đắp cho lượng hơi mới (do lò hơi tạo ra) trên nhánh hơi áp suất thấp.

Để đánh giá tác động kinh tế thực sự của cơ hội tối ưu hóa này cần phải sử dụng một mô hình hệ thống hơi được thiết lập trên cơ sở nhiệt động học tin cậy, và công cụ MEASUR của Bộ Năng lượng Hoa Kỳ là một công cụ hữu ích để xác định cơ hội tối ưu hóa này. Hình 3.8 thể hiện ảnh chụp màn hình một sơ đồ cân bằng hệ thống hơi công nghiệp đơn giản trong công cụ MEASUR để minh họa tác động của việc hóa hơi nước ngưng áp suất cao để tạo ra hơi áp suất thấp.



Hình 3.8. Hóa hơi nước ngưng áp suất cao để tạo ra hơi áp suất thấp.



Vụ Tiết kiệm năng lượng và Phát triển bền vững

- ◆▶ Phòng 309, tòa nhà B, Bộ Công Thương, số 54 Hai Bà Trưng, Hoàn Kiếm, Hà Nội
- ◆▶ tietkiemnangluong.com.vn

Văn phòng Quản lý Dự án

- ◆▶ Phòng 302, Tầng 3, số 4 Dã Tượng, Quận Hoàn Kiếm, Hà Nội
- ◆▶ +84 24 6682 6818
- ◆▶ IEEP-VIE@unido.org
- ◆▶ setp.vn/ieep