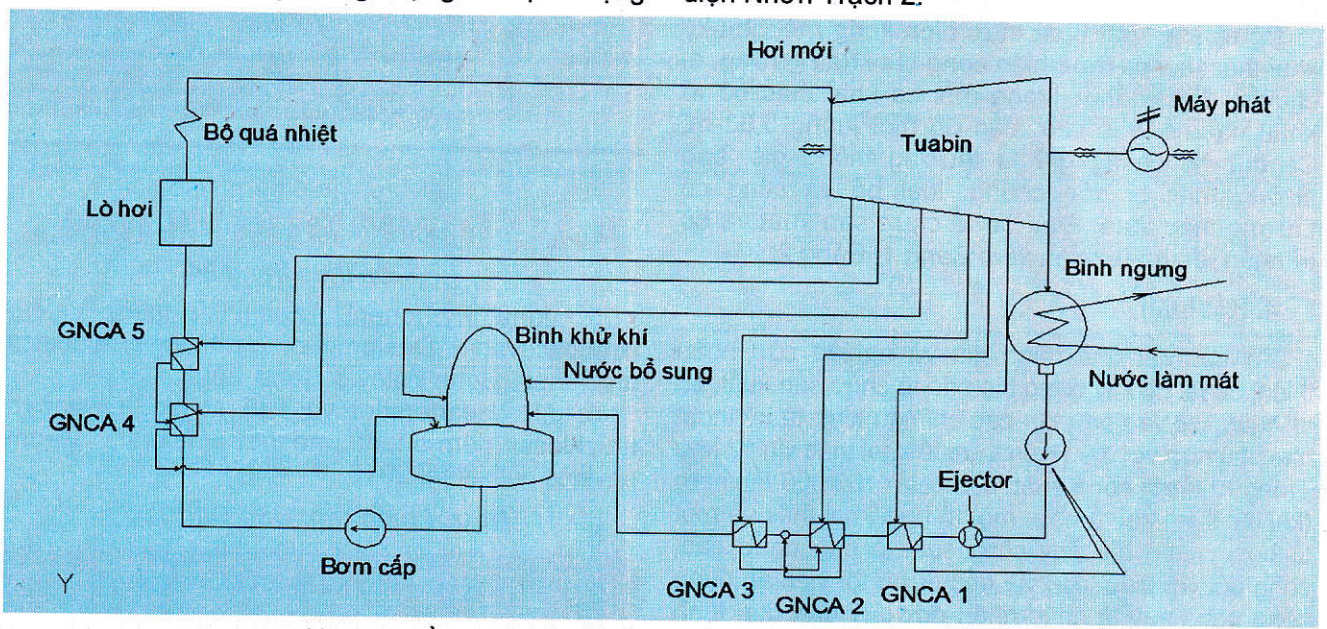
NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU SUẤT CHÁY CỦA LÒ HƠI TRONG CÁC NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN-KHOÁNG SẢN VIỆT NAM

KS. PHẠM ANH HẢI - *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ*
ThS. ĐỖ TIẾN ĐẠT - *Công ty Cổ phần Nhiệt điện Cẩm Phả*

1. Tổng quan

Lượng điện năng cung cấp cho quá trình sản xuất kinh doanh của nước ta phần lớn được sản xuất từ các nhà máy nhiệt điện sử dụng nhiên liệu hóa thạch theo chu trình Rankine.

Giá điện sản xuất ra theo phương pháp này là tương đối thấp. Ở đây, năng lượng tồn tại ở dạng hoá năng chuyển thành nhiệt năng trong buồng đốt của lò hơi. Ở Việt Nam hiện nay, công nghệ sản xuất năng lượng điện truyền thống được sử dụng là lò hơi than bột (PFC) như Phả Lại, Uông Bí...; lò hơi tầng sôi tuần hoàn (CFBC) như Cao Ngạn, Cẩm Phả, Sơn Động, Na Dương...; nhà máy điện chu trình khí hơi kết hợp (CCPP) như nhà máy điện Nhơn Trạch 2.



H.1. Sơ đồ nhiệt nguyên lý nhà máy nhiệt điện ngưng hơi

Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam là một trong những đơn vị tham gia sản xuất điện từ nguồn than antraxít chất lượng thấp. Theo các đánh giá thì các nhà máy nhiệt điện của TKV đã đáp ứng được đầy đủ các chỉ tiêu cả về phương diện kỹ thuật lẫn kinh tế:

❖ Các nhà máy được xây dựng gần nguồn cung cấp than (Khánh Hòa, Na Dương, Đồng Rì, Quảng Ninh) nên giảm chi phí cho vận chuyển nhiên liệu. Được đặt gần sông, biển giúp đảm bảo nguồn nước cấp cho lò hơi và làm mát hơi ngưng trong bình ngưng;

❖ Chất lượng than cấp cho các nhà máy nhiệt điện thường có chất lượng thấp (hàm lượng cácbon thấp, độ tro, lưu huỳnh, chất bốc, độ ẩm thấp...) và có khả năng giảm thiểu phát thải khí SO_X, NO_X;

❖ Một số nhà máy đã tận dụng được nguồn tro xỉ để sản xuất gạch không nung như nhà máy nhiệt điện Cao Ngạn, nên cơ bản giải quyết được vấn đề

xử lý nguồn chất thải rắn, tạo công ăn việc làm cho người lao động.

Theo đánh giá hiện trạng vận hành thực tế các nhà máy nhiệt điện của TKV như Cao Ngạn, Na Dương, Sơn Động, Cẩm Phả. Năm 2010, tổng năng lượng quy đổi theo tấn dầu (TOE) phục vụ cho sản xuất điện của 4 nhà máy nhiệt điện của Vinacomin là trên 2.100 kTOE và phát thải trên 250.10^3 tấn CO_2. Sơ đồ nhiệt nguyên lý của nhà máy nhiệt điện ngưng hơi được mô tả trên H.1.

Trong nhà máy nhiệt điện ngưng hơi với đầy đủ các thiết bị của chu trình thì hiệu suất của nhà máy phụ thuộc vào hiệu suất của tuôcbin, hiệu suất lò hơi, hiệu suất truyền tải của đường ống và bằng:

$$\eta=\eta_{lh}.\eta_{tb}.\eta_{đô}. \quad (1)$$

Trong đó: η - Hiệu suất của tổ máy; η_{lh} - Hiệu suất của lò hơi; η_{tb} - Hiệu suất của cụm tua bin-máy phát; $\eta_{đô}$ - Hiệu suất của truyền tải đường ống.

Vì vậy, các tổn thất của lò hơi, tuôcbin-máy phát và truyền tải của đường ống sẽ quyết định trực tiếp tới hiệu suất của tổ máy.

Để nâng cao hiệu suất của nhà máy,bài báo chỉ đề cập tới việc nghiên cứu nâng cao hiệu suất lò hơi, đảm bảo chế độ khí động học lò hơi, giảm các loại tổn thất lò hơi, sử dụng nguồn than antraxít chất lượng xấu (phối trộn với các loại than để có đặc tính công nghệ tối ưu và kinh tế để cấp cho lò hơi) là cần thiết, trong bối cảnh những thách thức về giá năng lượng đang ảnh hưởng lớn đến chi phí sản xuất trong các nhà máy nhiệt điện.

2. Cơ sở khí động học cháy tầng sôi

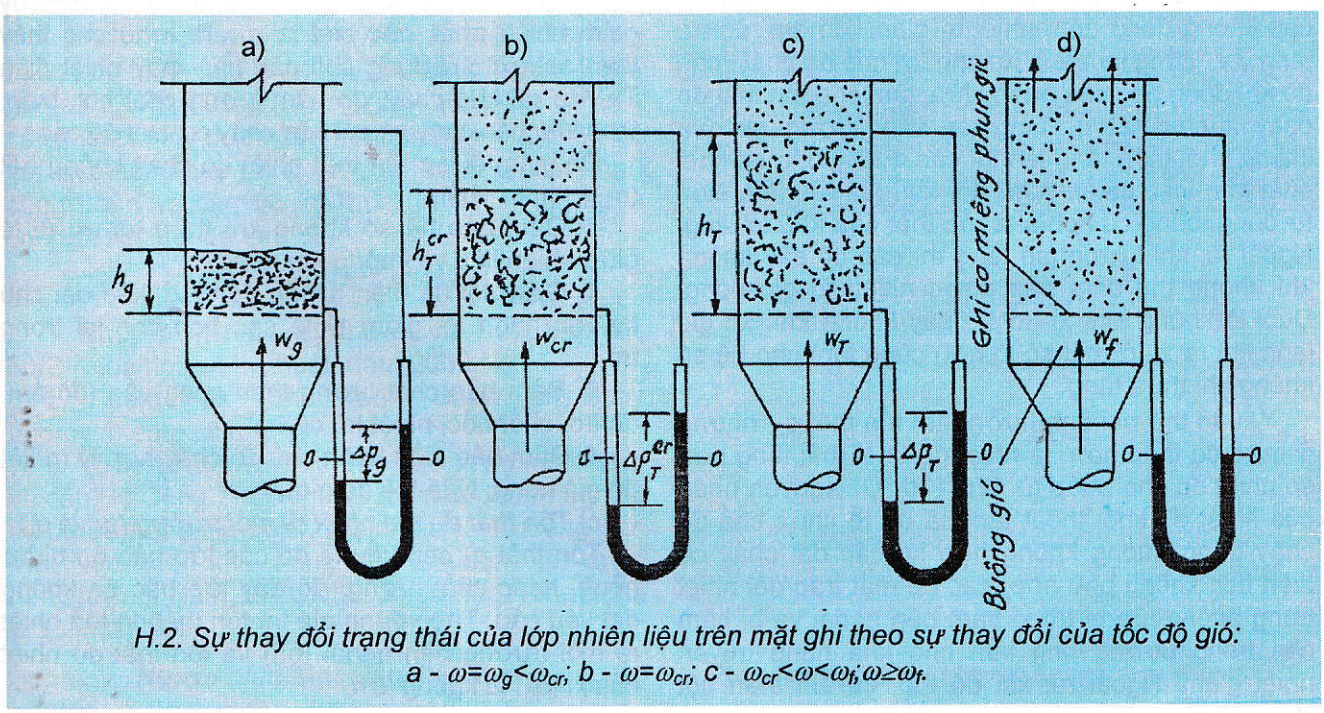
Khi tốc độ gió đi qua lớp nhiên liệu trên mặt ghi vượt quá tốc độ gió tới hạn lớp nhiên liệu sẽ bị thổi bay ra khỏi lớp, nếu như hạt tương đối thô thì do ảnh hưởng của trọng lực nó có thể lại quay trở về trên mặt ghi.

Nếu tiếp tục nâng cao tốc độ gió thì có thể một phần hoặc toàn bộ nhiên liệu trên mặt ghi ở trong trạng thái chuyển động theo hai hướng: một hướng đi lên do lực nâng, một hướng đi xuống rơi trở lại mặt ghi do trọng lượng hạt. Trạng thái này giống như trạng thái sôi của chất lỏng, lúc đó lớp nhiên liệu trên mặt ghi từ trạng thái lớp cố định chuyển sang trạng thái lớp sôi hay là tầng sôi.

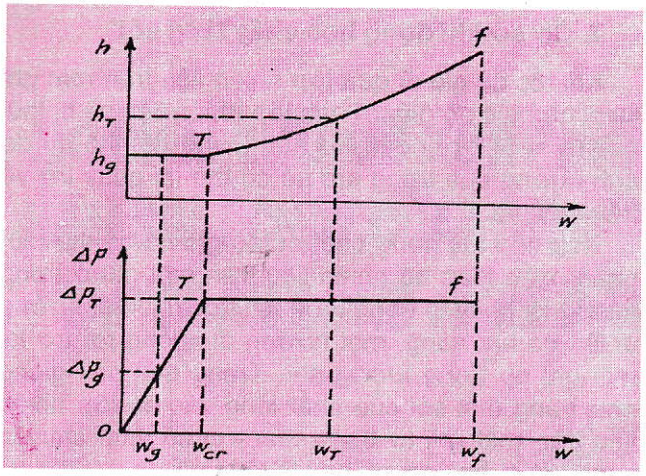
Nếu ta dùng kí hiệu Δp biểu thị độ dáng áp của lớp nhiên liệu hay là trở lực của lớp nhiên liệu, thì ta thấy chiều dày lớp nhiên liệu h và trở lực Δp có quan hệ chặt chẽ với tốc độ của dòng, mối quan hệ đó có thể nhận thấy trong H.2 và đồ thị H.3.

Từ hai hình H.2, H.3 ta thấy khi tốc độ gió bé hơn tốc độ tới hạn thì lớp nhiên liệu nằm cố định trên mặt ghi ở trạng thái tĩnh. Khi ta tăng tốc độ của dòng thì chiều cao của lớp than h_g vẫn không thay đổi, nhưng trở lực của lớp than thì tăng lên khi tốc độ dòng tăng (đoạn "hg-T" và "0-T" trong H.3).

Những yếu tố ảnh hưởng đến chế độ khí động học là: Lưu lượng và tốc độ gió, chất lượng than hay đặc tính công nghệ của loại than cần đốt... Như vậy, để nâng cao hiệu suất lò hơi thì việc đảm bảo chế độ khí động học trong buồng lửa để cháy kiệt nhiên liệu là một trong những yếu tố quan trọng nhất của quá trình vận hành lò hơi tầng sôi.



H.2. Sự thay đổi trạng thái của lớp nhiên liệu trên mặt ghi theo sự thay đổi của tốc độ gió:
a - $\omega=\omega_g<\omega_{cr}$; b - $\omega=\omega_{cr}$; c - $\omega_{cr}<\omega<\omega_f$; $\omega\geq\omega_f$.



H.3. Mối quan hệ giữa tốc độ gió với chiều cao lớp nhiên liệu và trở lực lớp than

3. Một số giải pháp nâng cao hiệu suất cháy của lò hơi

3.1. Giảm các loại tổn thất của lò hơi

Hiệu suất lò hơi thường được tính theo phương pháp ngược - Phương pháp cân bằng nhiệt nghịch (phương pháp gián tiếp):

$$\eta=q_1=100-(q_2+q_3+q_4+q_5+q_6). \quad (2)$$

Trong đó: q_2 - Tổn thất nhiệt do khói thải mang đi; q_3 và q_4 - Tổn thất do cháy không hết về hoá học và cơ học; q_5 và q_6 - Tổn thất do toả nhiệt ra môi trường qua bảo ôn và xỉ.

a) Tổn thất nhiệt theo khói thải (q_2)

Tổn thất q_2 phụ thuộc vào hệ số không khí thừa và nhiệt độ khói thải. Hệ số không khí thừa tại đuôi các lò hơi đều lớn hơn hệ số không khí thiết kế, làm tổn thất q_2 tăng. Chất lượng than được cung cấp không đồng đều: nhiệt trị giảm, độ ẩm, độ tro tăng.v.v., cũng làm ảnh hưởng tới chế độ cháy, chế độ khí động học của buồng lửa, làm cho tổn thất do cháy không hết q_4 tăng lên. Khi lượng gió (và lượng khói thải) tăng lên thì các quạt gió, quạt khói phải làm việc nhiều hơn, đôi khi quá tải, làm điện tự dùng, cũng có nghĩa là tổn thất của khu lò tăng. Ngoài ra, khi lượng gió tăng thì các bộ sấy không khí không thể đảm bảo được nhiệt độ gió nóng. Đuôi lò không kín, xì hở bộ sấy không khí, lọt gió lạnh khi ra xỉ (ở một số lò hơi) cũng làm cho hệ số không khí thừa tăng.

Yếu tố thứ hai ảnh hưởng tới tổn thất q_2, nhưng ở mức độ thấp hơn, là nhiệt độ khói thải tăng hơn so nhiệt độ cho phép từ 125-130 ^{0}C. Nguyên nhân của nhiệt độ khói thoát tăng là do tổ chức chế độ cháy trong buồng không hợp lý, các đai cháy có diện tích không phù hợp, các bề mặt trao đổi nhiệt trong buồng lửa bị tro xỉ bám bên ngoài và bị bám cặn trong đường ống làm cho khả năng truyền nhiệt giảm. Ngoài ra, khi độ thô, độ ẩm than bột lớn, chân không buồng lửa cao sẽ làm cho tâm cháy chuyển dịch lên phía trên, dẫn đến nhiệt độ khói thải cũng tăng lên. Dễ dàng nhận thấy rằng nhiệt độ khói cùng với lưu lượng khói thải cũng tăng cao sẽ làm giảm đáng kể hiệu suất lò.

Ngoài ra, vận hành lò với nhiệt độ nước cấp thấp (khi các bình gia nhiệt không làm việc hoặc làm việc kém hiệu quả) cũng dẫn đến làm tăng tổn thất q_2, do phải cung cấp lượng than-gió nhiều hơn (so với chế độ định mức) để đảm bảo lưu lượng và áp suất của hơi. Tuy nhiên, chính vì vậy mà làm tăng nhiệt độ hơi quá nhiệt và việc phun giảm ôn để duy trì nhiệt độ hơi yêu cầu lại gây thêm một tổn thất nhiệt nữa.

Để giảm tổn thất nhiệt theo khói thải (q_2) cần phải:

❖ Cung cấp không khí cho lò một cách hợp lý trong từng giai đoạn đốt cháy nhiên liệu (đảm bảo hệ số không khí thừa tối ưu) và giảm thiểu không khí lạnh lọt vào buồng lửa, vào đường khói và hệ thống chế biến than (điều khiển tự động và lắp biến tần cho hệ thống quạt gió cấp 1, cấp 2 và quạt khói đảm bảo chế độ khí động trong lò);

❖ Đảm bảo chất lượng than cấp và độ ẩm than, đảm bảo chân không buồng đốt;

❖ Lắp đặt các thiết bị thổi bụi cho buồng lửa và đường khói, đảm bảo chế độ thổi bụi hợp lý;

❖ Đảm bảo các chỉ tiêu chất lượng và nhiệt độ nước cấp để giảm thiểu đóng cáu cặn trong đường ống.

b) Tổn thất do cháy không hết về hoá học và cơ học (q_3, q_4)

Theo đánh giá thì các tổn thất về hóa học và cơ học là khá lớn, đây là yếu tố làm hiệu suất lò hơi suy giảm nhiều nhất, đặc biệt là q_4. Thực tế cho thấy than antraxit sử dụng cho các nhà máy nhiệt điện TKV là rất khó cháy, do hàm lượng chất bốc thấp, than khó bén cháy và chỉ bén cháy ở nhiệt độ cao.

Để giảm được tổn thất nhiệt do cháy không hết (q_3, q_4) cần phải:

❖ Đảm bảo hệ số không khí thừa tối ưu (tỉ lệ giữa nhiên liệu và không khí nóng);

❖ Giảm tối đa hiện tượng đóng xỉ, kéo dài chu kỳ vận hành lò, giảm tỷ lệ các bon còn lại trong tro,....;

❖ Đảm bảo chất lượng than cung cấp (độ ẩm, độ tro, chất bốc, nhiệt trị, cỡ hạt);

❖ Đảm bảo điều hành chế độ cháy hợp lý (nhiệt độ gió nóng, tỷ lệ-tốc độ gió);

c) Tổn thất do tỏa nhiệt ra môi trường (q_5 và q_6)

Tổn thất q_5 chủ yếu là do các lớp bảo ôn bị hư hỏng, hoặc chất lượng, độ dày lớp bảo ôn không đạt yêu cầu. Theo đánh giá thì tổn thất do toả nhiệt ra môi trường bên ngoài (q5) và tổn thất do nhiệt của xỉ (q_6) là không lớn.

Để giảm tổn thất nhiệt q_5 cần phải thường xuyên kiểm tra tất các thiết bị và đường ống chịu nhiệt được bọc bảo ôn, đảm bảo đúng các yêu cầu kỹ thuật về vật liệu và độ dày. Để giảm tổn thất q_6 cần phải giảm tối đa hiện tượng thoát nhiệt do đóng xỉ.

3.2. Tiến hành chế độ pha trộn nhiên liệu tối ưu để giảm chi phí nhiên liệu

Hiện tại, than cung cấp cho một số nhà máy nhiệt điện TKV từ các nguồn có chất lượng khác nhau. Mỗi lò hơi được xây dựng để tiêu thụ các loại than khác nhau cần đảm bảo chất lượng than ổn định, đáp ứng yêu cầu vận hành kinh tế và yêu cầu về phát thải khí nhà kính.

Tuy nhiên, trong bối cảnh nguồn năng lượng hóa thạch đang dần cạn kiệt và yêu cầu giảm bớt chi phí nhiên liệu trong giá thành sản suất năng lượng điện, nâng cao hiệu quả sản xuất của các nhà máy nhiệt điện, thì yêu cầu giải bài toán tối ưu để tìm ra tỷ lệ pha trộn than với chi phí nhiên liệu tối ưu mà vẫn đáp ứng các chỉ tiêu về nhiên liệu cho lò hơi (S_{lv}, A_{lv}, O_{lv}, N_{lv}, W_{lv}, V_{lv}, Q_{lv}, HGI, nhiệt độ T1, T2, T3). Để giải bài toán này cần phải lập các phương trình phi tuyến với các giới hạn như khả năng cung cấp của từng nguồn nhiên liệu, các giới hạn về phát thải (SO_2, NO_x), các giới hạn về thành phần nhiên liệu, nhiệt độ T1, T2, T3, HGI,...

4. Kết luận

Ý nghĩa kinh tế của việc cải thiện hiệu suất lò hơi là rất rõ ràng. Khi hiệu suất lò tăng thì tiêu hao nhiên liệu cũng như hàng loạt các chi phí đầu vào giảm. Tác động này kéo theo sự giảm giá thành sản phẩm ở đầu ra, nâng cao sức cạnh tranh và kích thích sự phát triển của nền kinh tế. Bài toán nâng cao hiệu suất lò hơi là không đơn giản, song vẫn có thể có những hướng giải quyết. Sự cải tiến các thiết bị phải được tiến hành song song đồng bộ với việc nâng cao năng lực vận hành của đội ngũ công nhân và cán bộ kỹ thuật là điều mà tất cả chúng ta cần quan tâm.❐

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Sĩ Mão. Lý thuyết và Thiết bị cháy, NXB Khoa học và kỹ thuật, năm 2002.

2. Phạm Văn Tân. Steam Boiler Efficiency Improvement, năm 2011.

3. Vũ Thế Nam và nnk. Báo cáo Tổng kết nhiệm vụ cấp Bộ Công Thương. Hỗ trợ các doanh nghiệp thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam triển khai nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng; Năm 2011; Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin.

Người biên tập: Đào Đắc Tạo

SUMMARY

Vietnam National Coal and Mineral Industries Group is one of the investment unit building the coal-fired power plants using the low-grade coal. The article refers to the problem of performance enhancement boiler, ensures aerodynamic mode of the boiler, reducing the types of losses in the production and operation modes optimal fuel mix to reduce the fuel costs, promote the use of energy consumption and conservation.

HẠN CHẾ DÒNG RÒ...

(Tiếp theo trang 10)

3. Ягудаев Б.М. Серов В.И., Шуцкий В.И. (1985), Методы и средства борьбы с замыканиями на землю, "Наука", Москва.

Người biên tập: Đào Đắc Tạo

SUMMARY

To ensure the safety of electric shock, the leakage protection relays to network voltage of 1140V at the underground mines have to add the automatic detect function and the phase short circuit connection. The paper refers a scheme reacted with the difference between absolute value of ahead voltage phase and voltages of the remaining two phases and sequence voltage. The simulation results by Matlab Simulink have been proved the theoretical advices.

ĐỌC THÊM

1. Càng nói ít, càng nghe được nhiều. *Alexander Soljenitsyn.*

2. Rất nhiều người không dám nói lên những gì họ muốn. Đó là lý do tại sao họ không có được chúng. *Madonna.*

3. Khi trưởng thành, tôi ngày càng ít quan tâm đến những gì mọi người nói. Tôi chỉ xem những gì họ làm được. *Andrew Carnegie.*

VTH sưu tầm