

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

NGUYỄN THỊ NAM THẮNG

**NGHIÊN CỨU NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG
HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ỔN ĐỊNH ÁP SUẤT
BAO HƠI BẰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ LAI**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa
Mã số: 60520216**

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

THÁI NGUYÊN - 2014

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Lò hơi là thiết bị có mặt gần như trong tất cả các xí nghiệp, nhà máy, để sản xuất hơi nước phục vụ cho quá trình sản xuất điện năng trong các nhà máy điện; phục vụ cho các quá trình đun nấu, chưng cất các dung dịch, sấy sản phẩm trong các quá trình công nghệ ở các nhà máy hóa chất, đường, rượu, bia, nước giải khát, thuốc lá, dệt, chế biến nông sản thực phẩm.....

Mặt khác, một số lò hơi thế hệ cũ (như lò hơi dây truyền I nhà máy nhiệt điện Phả Lại) có yêu cầu phải nâng cấp hệ thống điều khiển để cải thiện chất lượng, bằng các bộ điều khiển mới hiện đại hơn.

Vì vậy, nghiên cứu thiết kế và chỉnh định hệ thống điều chỉnh lò hơi là một yêu cầu cần thiết đối với các thiết bị kỹ thuật thuộc đối tượng điều khiển tự động hóa, học viên chọn đề tài:

“ Nghiên cứu nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển ổn định áp suất bao hơi bằng bộ điều khiển mờ lai”

2. Mục tiêu của nghiên cứu

Thiết kế bộ điều khiển PID để điều khiển một quá trình của lò hơi đó là: Điều khiển ổn định áp suất. Mô phỏng và thực nghiệm để kiểm chứng kết quả thiết kế (với đối tượng điều khiển là mô hình lò hơi Nhà máy nhiệt điện của trung tâm thí nghiệm Trường ĐHKTCN Thái Nguyên)

Đề xuất cải thiện chất lượng điều khiển bằng bộ điều khiển mới: **Bộ điều khiển mờ lai**

3. Nội dung của luận văn

Với mục tiêu đặt ra, nội dung luận văn bao gồm các chương sau:

Chương 1: Giới thiệu về hệ thống điều khiển mức nước bao hơi trong nhà máy nhiệt điện

Chương 2: Mô tả toán học phần điều khiển ổn định áp suất của mô hình lò hơi ở Trung tâm thí nghiệm – Trường ĐHKTCN Thái Nguyên

Chương 3: Thiết kế bộ điều khiển PID để điều khiển và ổn định áp suất của bao hơi

Chương 4: Thiết kế bộ điều khiển mờ lai để cải thiện chất lượng điều khiển và ổn định áp suất của bao hơi

Kết luận và kiến nghị

Chương 1

GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN MỨC NƯỚC BAO HƠI TRONG NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

1.1. Tổng quan về nhà máy nhiệt điện

Đất nước ta đang trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Trong đó điện năng đóng vai trò quan trọng. Điện năng không những cung cấp cho các ngành công nghiệp mà nhu cầu sinh hoạt của người dân cũng tăng lên. Chính vì lí do đó nên ngành điện luôn là ngành mũi nhọn của nhà nước. Ở nước ta thì các nhà máy nhiệt điện vẫn cung cấp một lượng điện năng không nhỏ cho mạng lưới điện quốc gia. Đối với các nhà máy nhiệt điện hiện nay thì nhiên liệu chính sử dụng vẫn là than và khí thiên nhiên, các loại nhiên liệu lỏng ít được sử dụng do nhiên liệu này hạn chế. Vì vậy việc nghiên cứu các phương pháp điều khiển hiện đại nhằm nâng cao chất lượng các quá trình của nhà máy nhiệt điện là rất quan trọng. Nhà máy nhiệt điện chiếm một thị phần quan trọng trong ngành sản xuất điện năng của đất nước. Tùy theo loại năng lượng sử dụng mà người ta chia ra các loại nhà máy điện chính như: nhà máy nhiệt điện, nhà máy thủy điện, nhà máy điện nguyên tử, ngoài ra còn khai thác các nguồn năng lượng khác để sản xuất điện năng như nguồn năng lượng mặt trời, sức gió nhưng với quy mô nhỏ hơn. Hiện nay, trên thế giới và nước ta các nhà máy nhiệt điện vẫn tiếp tục được xây dựng và không ngừng hiện đại hóa về kỹ thuật và công nghệ nhằm khai thác tối đa về công suất và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Với các nguồn nhiên liệu khai thác từ thiên nhiên như than đá, dầu mỏ và khí dầu mỏ được sử dụng để tạo nhiệt năng cho các nhà máy nhiệt điện. Hiện nay có hai loại hình nhà máy nhiệt điện cơ bản là:

- Nhà máy nhiệt điện tuabin hơi;
- Nhà máy nhiệt điện tuabin khí.

+ ***Nhà máy nhiệt điện tuabin hơi:***

Với nhà máy nhiệt điện tuabin hơi thì các nhiên liệu hữu cơ chủ yếu là than bột được đốt trong lò hơi tạo nhiệt làm hóa hơi nước trong các giàn ống sinh hơi, hơi sinh ra được vận chuyển qua các hệ thống phân ly, quá nhiệt... để đảm bảo nhiệt độ, áp suất, lưu lượng cần thiết cho việc sinh công tốt nhất phù hợp với yêu cầu kỹ thuật và công suất thiết kế. Sau đó hơi (bão hòa) được đưa vào các tầng cánh tuabin để sinh công tạo mômen quay hệ thống máy phát được nối đồng trục với tuabin. Sau khi qua tuabin hơi nước được thu hồi tuần hoàn lại.

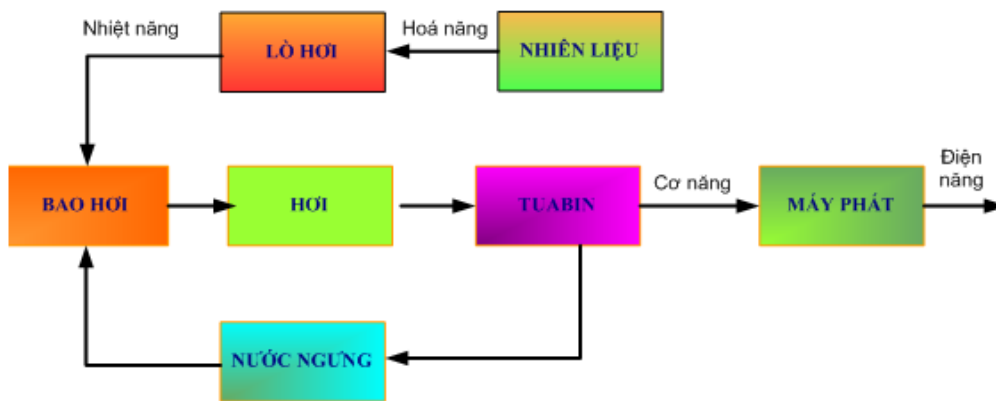
+ Nhà máy nhiệt điện tuabin khí:

Ở nhà máy nhiệt điện tuabin khí thì không khí ngoài trời sau khi được làm sạch, loại bỏ hơi nước được hệ thống ống dẫn đưa vào một máy nén khí để nâng áp suất của khí lên. Khí có áp suất cao được đưa vào buồng đốt và được đốt với nhiên liệu (thường là khí gas). Chất khí sau khi đốt có nhiệt độ và áp suất cao được đưa vào các tầng tuabin khí để sinh công. Tuabin quay làm quay máy phát điện và ở đầu cực của máy phát ta cũng thu được năng lượng dưới dạng điện năng.

1.1.1. Nguyên lý hoạt động của nhà máy nhiệt điện

Nguyên lý sản xuất điện của nhà máy nhiệt điện là chuyển hoá nhiệt năng từ đốt cháy các loại nhiên liệu trong lò hơi thành cơ năng quay tuabin, chuyển cơ năng của tuabin thành năng lượng điện trong máy phát điện. Nhiệt năng được dẫn đến tuabin qua môi trường dẫn nhiệt là hơi nước. Hơi nước chỉ là môi trường truyền tải nhiệt năng đi nhưng hơi nước vẫn phải đảm bảo chất lượng (như phải đủ áp suất, đủ độ khô) trước khi vào tuabin để sinh công. Nhiệt năng cung cấp càng nhiều thì năng lượng điện phát ra càng lớn và ngược lại. Điện áp phát ra ở đầu cực máy phát điện sẽ được đưa qua hệ thống trạm biến áp để nâng lên cấp điện áp thích hợp trước khi hoà vào mạng lưới điện quốc gia.

Quá trình chuyển hoá năng lượng từ hoá năng chứa trong nhiên liệu thành nhiệt năng bởi quá trình đốt cháy nhiên liệu. Nhiệt năng của quá trình đốt cháy nhiên liệu được cấp cho quá trình tạo hơi bão hoà mang nhiệt năng. Hơi bão hoà là môi trường truyền nhiệt từ lò đến tuabin. Tại tuabin nhiệt năng biến đổi thành cơ năng, sau đó từ cơ năng chuyển hoá thành điện năng. Quá trình chuyển hoá năng lượng đó có thể được thể hiện qua mô hình sau:

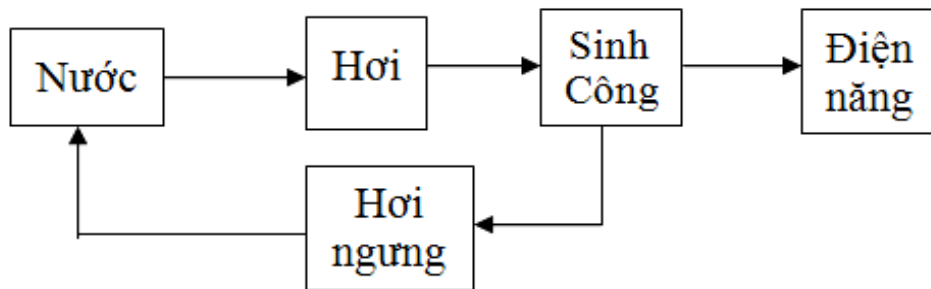


Hình 1.1. Quá trình chuyển hóa năng lượng

1.1.2. Chu trình nhiệt trong nhà máy nhiệt điện

Nhà máy nhiệt điện hoạt động dựa trên nguyên tắc chuyển hóa nhiệt năng thành cơ năng rồi sau đó thành điện năng; nhiệt năng được tạo thành từ việc đốt cháy các nhiên liệu: than đá, khí thiên nhiên, dầu mỏ... tại buồng đốt làm nước trong lò hơi chuyển hóa thành hơi nước. Nước ngưng từ các bình ngưng tụ của tuabin sẽ được bơm nước ngưng đưa vào các bình gia nhiệt hạ áp. Tại đây, nước ngưng được gia nhiệt bởi hơi nước trích ra từ các cửa trích hơi qua tuabin. Nước sau khi được sấy nóng bởi bộ gia nhiệt hạ áp đến 140°C , sẽ được đưa lên bình khử khí 6at, tại đây nước sẽ được khử hết các bọt khí còn lẫn trong nước. Nước sau khi được khử khí, được các bơm cấp nước đưa qua các bình gia nhiệt cao áp để tiếp tục được gia nhiệt bởi hơi nước trích ra từ các cửa trích hơi ở xilanh cao áp của tuabin đến nhiệt độ 230°C . Sau khi được gia nhiệt ở gia nhiệt cao áp, nước được đưa qua bộ hâm nước ở đuôi lò trước khi đi vào bao hơi.

Nước ở bình bao hơi theo vòng tuần hoàn tự nhiên chảy xuống các giàn ống sinh hơi, nhận nhiệt năng từ buồng đốt của lò biến thành hơi nước và trở về bình bao hơi. Trong bình bao hơi phần trên là hơi bão hòa ẩm, phía dưới là nước ngưng. Hơi bão hòa trong bình bao hơi không được đưa ngay vào tuabin mà được đưa qua các bộ quá nhiệt(bộ sấy hơi) và các bộ làm mát(bộ phun giảm ôn). Hơi sau khi đảm bảo chất lượng được đưa sang quay tuabin. Sau khi sinh công ở các tầng cánh tuabin hơi nước được ngưng tụ tại bình ngưng. Công do tuabin sinh ra làm quay máy phát điện. Như vậy, nhiệt năng của nhiên liệu đã biến đổi thành cơ năng rồi biến đổi tiếp thành điện năng, còn hơi nước là môi chất trung gian được biến đổi theo một vòng tuần hoàn kín.



Hình 1.2: Sơ đồ chu trình nhiệt của một tổ máy

1. 2. Lò hơi nhà máy nhiệt điện

1.2.1. Vai trò của lò hơi trong nhà máy nhiệt điện

Trong nhà máy nhiệt điện, lò hơi sản xuất ra hơi để làm quay tua bin, phục vụ cho việc sản xuất điện năng, đòi hỏi phải có công suất lớn, hơi là hơi quá nhiệt có áp suất và nhiệt độ cao. Nhiên liệu đốt trong lò hơi có thể là nhiên liệu rắn như than hoặc có thể là nhiên liệu lỏng như dầu nặng (FO), dầu diezen (DO) hoặc nhiên liệu khí.

1.2.2. Nguyên lý làm việc của lò hơi trong nhà máy nhiệt điện

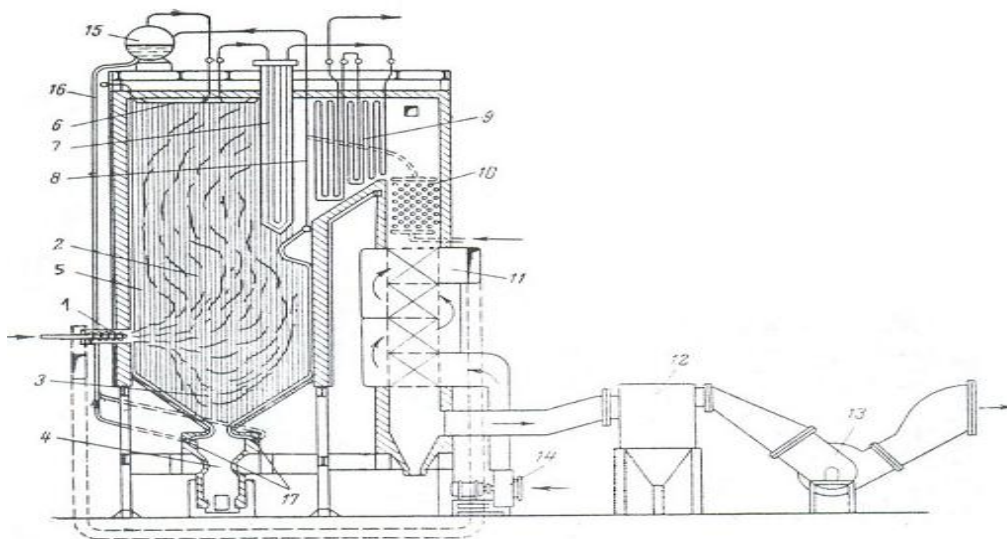
Trong các lò hơi nhà máy nhiệt điện, hơi được sản xuất ra là hơi quá nhiệt. Hơi quá nhiệt nhận được nhờ các quá trình: đun nóng nước đến sôi, sôi để biến nước thành hơi bão hòa và quá nhiệt hơi để biến hơi bão hòa thành hơi quá nhiệt có nhiệt độ cao trong các bộ phận của lò. Công suất của lò phụ thuộc vào

lưu lượng, nhiệt độ và áp suất hơi. Các giá trị này càng cao thì công suất lò hơi càng lớn.

Hiệu quả của quá trình trao đổi nhiệt giữa ngọn lửa và khói với môi chất trong lò hơi phụ thuộc vào tính chất vật lý của môi trường (sản phẩm cháy) và môi chất tham gia quá trình (nước hoặc hơi) và phụ thuộc vào hình dáng, cấu tạo, đặc tính của các phần tử lò hơi.

Trên hình 1.3 trình bày nguyên lý cấu tạo của lò hơi tuần hoàn tự nhiên hiện đại trong nhà máy điện.

Nhiên liệu và không khí được phun qua vòi phun số 1 vào buồng lửa số 2, tạo thành hỗn hợp cháy và được đốt cháy trong buồng lửa, nhiệt độ ngọn lửa có thể đạt tới $1\ 900^{\circ}\text{C}$. Nhiệt lượng tỏa ra khi nhiên liệu cháy truyền cho nước trong dàn ống sinh hơi 3, nước tăng dần nhiệt độ đến sôi, biến thành hơi bão hòa. Hơi bão hòa theo ống sinh hơi 3 đi lên, tập trung vào bao hơi số 5. Trong bao hơi số 5, hơi được phân li ra khỏi nước, nước tiếp tục đi xuống theo ống xuống 4 đặt ngoài tường lò rồi lại sang ống sinh hơi 3 để tiếp tục nhận nhiệt. Hơi bão hòa từ bao hơi số 5 sẽ đi qua ống góp hơi số 6 vào các ống xoắn sẽ nhận nhiệt từ khói nóng chuyển động phía ngoài ống để biến thành hơi quá nhiệt có nhiệt độ cao hơn và đi vào ống góp để sang tua bin hơi và biến đổi nhiệt năng thành cơ năng làm quay tua bin.



Hình 1.3: Nguyên lý cấu tạo của lò hơi

1. Vòi phun nhiên liệu + không khí; 2. Buồng đốt; 3. phễu tro lạnh; 4. Đáy thải xỉ; 5. Dàn ống sinh hơi; 6. Bộ quá nhiệt bức xạ; 7. Bộ quá nhiệt nửa bức xạ; 8. Ống hơi lên. 9. Bộ quá nhiệt đối lưu; 10. Bộ hâm nước; 11. Bộ sấy không khí; 12. Bộ khử bụi; 13. Quạt khói; 14. Quạt gió; 15. Bao hơi; 16. ống nước xuống; 17. ống góp nước;

Ở đây, ống sinh hơi số 3 đặt phía trong tường lò nên môi chất trong ống nhận nhiệt và sinh hơi liên tục do đó trong ống sinh hơi 3 là hỗn hợp hơi và nước, còn ống xuống 4 đặt ngoài tường lò nên môi chất trong ống 4 không nhận nhiệt do đó trong ống 4 là nước. Khối lượng riêng của hỗn hợp là hơi và nước trong ống 3 nhỏ hơn khối lượng riêng của nước xuống ống 4 nên hỗn hợp trong ống 3 đi lên, còn nước trong ống 4 đi xuống liên tục tạo nên quá trình tuần hoàn tự nhiên.

Buồng lửa trên hình 1.3 là buồng lửa phun, nhiên liệu được phun vào và cháy lơ lửng trong buồng lửa. Quá trình cháy nhiên liệu xảy ra trong buồng lửa và đạt đến nhiệt độ rất cao, từ $1300^{\circ}\text{C} - 1900^{\circ}\text{C}$, chính vì vậy hiệu quả trao đổi nhiệt bức xạ giữa ngọn lửa và giàn ống sinh hơi rất cao và lượng nhiệt dàn ống sinh hơi thu được từ ngọn lửa chủ yếu là do trao đổi nhiệt bức xạ. Để hấp thụ có hiệu quả nhiệt lượng bức xạ của ngọn lửa đồng thời bảo vệ tường lò khỏi tác dụng của nhiệt độ cao và những ảnh hưởng xấu của tro nóng chảy, người ta bố trí các dàn ống sinh hơi 3 xung quanh tường buồng lửa.

Khói ra khỏi buồng lửa, trước khi vào bộ quá nhiệt đã được làm nguội một phần ở cụm phecston, ở đây khói chuyển động ngoài ống truyền nhiệt cho hỗn hợp hơi nước chuyển động trong ống. Khói ra khỏi bộ quá nhiệt, có nhiệt độ còn cao, để tận dụng phần nhiệt thừa của khói khi ra khỏi bộ quá nhiệt, ở phần đuôi lò người ta đặt thêm bộ hâm nước và bộ sấy không khí.

Bộ hâm nước có nhiệm vụ gia nhiệt cho nước để nâng nhiệt độ của nước từ nhiệt độ ra khỏi bình gia nhiệt lên đến nhiệt độ sôi và cấp vào bao hơi 5. Đây là giai đoạn đầu tiên của quá trình cấp nhiệt cho nước để thực hiện quá trình hóa hơi đẳng áp nước trong lò. Sự có mặt của bộ phận hâm nước sẽ làm giảm tổng

diện tích bề mặt đốt của lò hơi và sử dụng triệt để hơn nhiệt lượng tỏa ra khi cháy nhiên liệu.

Như vậy hâm nước và bộ sấy không khí đã hoàn trả lại buồng lửa một phần nhiệt đáng lẽ bị thải ra ngoài. Chính vì vậy người ta còn gọi bộ hâm nước và bộ sấy không khí là bộ tiết kiệm nhiệt.

Như vậy, từ khi vào bộ hâm nước đến khi ra khỏi bộ quá nhiệt của lò hơi, môi chất (nước và hơi) trải qua các bộ phận hấp thu nhiệt trong bộ hâm nước đến sôi, sôi trong dàn ống sinh hơi, quá nhiệt trong bộ quá nhiệt.

1.2.3. Các đặc tính kỹ thuật của lò hơi

Đặc tính kỹ thuật chính của lò là đại lượng thể hiện số lượng và chất lượng hơi được sản xuất ra. Số lượng hơi được sản xuất ra được xác định bằng sản lượng hơi còn chất lượng hơi được xác định bằng thông số hơi.

+ Thông số hơi của lò:

Đối với lò hơi của nhà máy điện, hơi sản xuất ra là hơi quá nhiệt nên thông số hơi của lò được biểu thị bằng áp suất và nhiệt độ hơi quá nhiệt: P_{qn} (M_{pa}), t_{qn} ($^{\circ}C$).

+ Sản lượng hơi của lò:

Sản lượng hơi của lò là lượng hơi mà lò sản xuất ra được trong một đơn vị thời gian (Kg/h hoặc Tấn/h). Thường dùng 3 khái niệm sản lượng:

- Sản lượng hơi định mức (D_{dm}): là sản lượng hơi lớn nhất lò có thể đạt được, đảm bảo vận hành trong thời gian lâu dài, ổn định với các thông số hơi đã cho mà không phá hủy hoặc gây ảnh hưởng xấu đến chế độ làm việc của lò.

- Sản lượng hơi cực đại (D_{max}): là sản lượng lớn nhất lò có thể đạt được, nhưng chỉ trong một thời gian ngắn, nghĩa là lò không thể làm việc lâu dài với sản lượng hơi cực đại được. Sản lượng hơi cực đại bằng:

$$D_{max} = (1,1 - 1,2) D_{dm} \quad (2-1)$$