

**BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC**



ĐỖ VĂN BẰNG

**NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN
LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ
KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA**

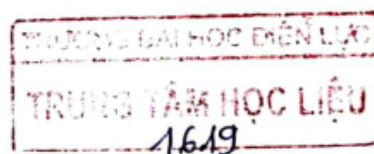
HÀ NỘI, 2024

**BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC**

ĐỖ VĂN BẢNG

**NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN LÒ HƠI
NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN**

**Chuyên ngành: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA
Mã số: 8520216**



**LUẬN VĂN THẠC SĨ
KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA**

Người hướng dẫn khóa học: **TS. Võ Quang Vinh**

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to TS. Võ Quang Vinh, the supervisor mentioned in the text.

HÀ NỘI, 2024

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất đến TS. Võ Quang Vinh, người đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ và đóng góp những ý kiến quý báu trong suốt quá trình tôi thực hiện luận văn này. Sự hỗ trợ nhiệt tình, sự chỉ dẫn tận tâm của thầy đã giúp tôi hoàn thành luận văn một cách tốt nhất.

Tôi xin cảm ơn Ban giám hiệu, phòng quản lý đào tạo, các thầy cô giáo của trường đại học Điện lực, khoa Điều khiển và Tự động hóa, đã trang bị cho tôi những kiến thức bổ ích trong suốt quá trình học tập, tạo điều kiện thuận lợi để tôi hoàn thành chương trình học và thực hiện luận văn.

Tôi cũng xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ nhiệt tình của các anh chị đồng nghiệp, cơ quan tổ chức đã cung cấp thông tin, tài liệu và tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong suốt quá trình thu thập số liệu và nghiên cứu.

Cuối cùng, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến gia đình, bạn bè, những người đã luôn ở bên, động viên và hỗ trợ tôi trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn này.

Tôi xin chân thành cảm ơn

Hà Nội, ngày 19 tháng 12 năm 2024.

Tác giả luận văn



Đỗ Văn Bằng

LỜI CAM ĐOAN

Tôi tên là Đỗ Văn Bằng, học viên cao học khóa 9 chuyên ngành kỹ thuật điều khiển và tự động hóa, trường đại học Điện lực. Tôi xin cam đoan:

1. Luận văn thạc sĩ với đề tài “Nâng cao chất lượng điều khiển lò hơi nhà máy nhiệt điện” là công trình nghiên cứu do chính tôi thực hiện dưới sự hướng dẫn khoa học của TS. Võ Quang Vinh.
2. Các số liệu, kết quả nghiên cứu trong luận văn này là trung thực và chưa từng được sử dụng trong bất kỳ công trình nghiên cứu nào.
3. Tôi đã thực hiện nghiêm túc việc trích dẫn và tham khảo tài liệu, nghiên cứu của các tác giả khác theo đúng quy định. Mọi thông tin tài liệu được sử dụng trong luận văn đều đã được ghi rõ nguồn gốc.
4. Nếu có bất kỳ sự sao chép hoặc gian lận nào được phát hiện trong quá trình kiểm tra, tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm và cam kết chịu mọi hình thức xử lý theo quy định của nhà trường.

Tôi xin chân thành cảm ơn

Hà Nội, ngày 19 tháng 1 năm 2024

Tác giả luận văn



Đỗ Văn Bằng

Đề tài:

NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

Các số liệu đề tài:

Lưu lượng gió: 200kg/s

Lưu lượng khói :220kg/s

Áp suất chân không buồng đốt P: = -3mmH₂O

Hằng số chất khí lí tưởng: = 8,31

LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI

Hiện nay đất nước ta đang phát triển công nghiệp phát triển rất mạnh, lượng tiêu dùng điện ngày càng tăng cao dẫn đến tình trạng thiếu điện để phát triển công nghiệp. Với những ưu thế về nguồn nguyên liệu sẵn có, thời gian xây dựng nhanh, hàng loạt các nhà máy nhiệt điện được xây dựng trong những năm gần đây các nhà máy sử dụng các nguồn nhiên liệu đa dạng như: Than đá, dầu mỏ, khí đốt...

Trong các nhà máy nhiệt điện, mức độ tự động hóa đang rất được chú trọng để nâng cao chất lượng sản phẩm cũng như giảm chi phí cho nhà máy. Với việc sử dụng hệ thống DCS điều khiển cho nhà máy nhiệt điện, mỗi ca vận hành chỉ cần khoảng 10 công nhân. Quá trình điều khiển, giám sát được thực hiện tại phòng điều khiển trung tâm.

Xuất phát từ nhu cầu thực tế, sau thời gian tìm hiểu nhà máy nhiệt điện Uông Bí, được tiếp cận, tìm hiểu quá trình vận hành sản xuất điện năng, các quá trình công nghệ và hệ thống DCS em đã xin làm đề tài luận văn thạc sĩ: **“NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN”**. Với mục đích tìm hiểu được quy trình công nghệ, hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa, lưu lượng gió và khói lò hơi. Dựa trên thông số của nhà máy tiến hành mô hình hóa và mô phỏng hệ điều khiển bằng phần mềm Matlab- Simulink. Dựa trên kết quả mô phỏng, Đề tài sẽ sử dụng phương pháp điều khiển hiện đại nhằm mục đích cải thiện chất lượng điều khiển lò hơi của Công ty nhiệt điện Uông bí. Từ mục đích như trên tác giả đề xuất nội dung Luận văn dự kiến gồm 3 chương:

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ÁP SUẤT BUỒNG LỬA, GIÓ, KHÓI LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN UÔNG BÍ

CHƯƠNG 3: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN ÁP SUẤT BUỒNG LỬA LÒ HƠI CÔNG TY NHIỆT ĐIỆN UÔNG BÍ.

Mục đích nghiên cứu

Sử dụng được phương pháp điều khiển hiện đại để điều khiển các thông số của lò hơi để ổn định quá trình cháy, quá trình thông gió cấp liệu, hệ số kinh tế và mức độ an toàn khi vận hành lò hơi để nâng cao năng suất điện năng.

Nhiệm vụ nghiên cứu:

- Khảo sát công nghệ lò hơi nhà máy.

- Tính toán, mô hình hóa hệ điều khiển lò hơi (áp suất, lưu lượng gió và khói).
- Nghiên cứu đề xuất các phương pháp điều khiển hiện đại cho lò hơi tại nhà máy.

Đối tượng nghiên cứu: Lò hơi Công ty nhiệt điện Uông Bí

Phạm vi nghiên cứu: Lưu lượng gió và khói lò hơi ảnh hưởng tới áp suất tại buồng đốt lò hơi

Phương pháp nghiên cứu:

- Xây dựng cấu trúc hệ thống
- Khảo sát các hãng sản xuất lò hơi trên thế giới và của Việt Nam nhằm đưa ra bài toán tối ưu cho nhà máy
- Từ sơ đồ cấu trúc mô hình hoá, mô phỏng quá trình điều khiển áp suất tại buồng đốt của lò.
- Sử dụng phương pháp điều khiển hiện đại để điều khiển áp suất buồng lửa, lưu lượng gió ... tại buồng lửa lò hơi.

Mục lục

LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI.....	4
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN	9
1.1. Giới thiệu về lò hơi	9
1.1.1 Khái niệm.....	9
1.1.2 Nguyên tắc lựa chọn lò hơi nhà máy nhiệt điện:.....	10
1.2 Cách phân loại lò hơi nhà máy nhiệt điện:	10
1.2.1 Phân loại theo chế độ chuyển động của nước trong lò:.....	10
1.2.2 Dựa vào thông số hơi.	10
1.2.3 Phân loại theo cách đốt nhiên liệu.	11
1.2.4 Một số cách phân loại khác.....	11
1.3. Các hệ thống điều khiển chính trong lò hơi:.....	11
1.4. Đối tượng nghiên cứu:	13
1.4.1: Giới thiệu Lò than phun:.....	13
1.4.2 Cấu tạo:	14
1.4.3 Nguyên lý hệ thống lò hơi nhà máy nhiệt điện Uông Bí:	16
1.4.4 Hệ thống điều khiển nhà máy nhiệt điện Uông Bí.....	17
1.5 Kết luận	19
CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ÁP SUẤT BUỒNG LỬA, GIÓ, KHÓI LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN UÔNG BÍ	21
2.1 Áp suất buồng lửa:	21
2.1.1 Khái niệm:.....	21
2.1.2 Vai trò:	21
2.1.3 Phân bố áp suất buồng đốt:	22
2.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến áp suất buồng lửa.....	22
2.2.1 Công suất phụ tải:	22
2.2.2 Lưu lượng gió cấp và khói thoát:	24
2.2.3 Sự cố trong buồng đốt:.....	26
2.3 Hệ điều khiển áp suất buồng lửa nhà máy điện Uông Bí:	28
2.3.1 Giới thiệu hệ điều khiển áp suất buồng lửa:.....	28
2.3.2 Chức năng bộ điều khiển:	28
2.3.3 Hệ thống điều khiển Công ty nhiệt điện Uông Bí:.....	29
2.4 THIẾT BỊ SỬ DỤNG TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN	38
2.4.1 Van điều tiết (Damper)	38
2.4.2 Quạt ly tâm.....	38
2.5 KẾT LUẬN:.....	40
CHƯƠNG 3: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN ÁP SUẤT BUỒNG LỬA LÒ HƠI CÔNG TY NHIỆT ĐIỆN UÔNG BÍ.....	42

3.1. Cấu trúc điều khiển áp suất buồng lửa công ty nhiệt điện Uông Bí.....	42
3.2. Hàm truyền các thành phần của hệ thống.....	43
3.2.1. Thiết bị chấp hành.....	43
3.2.2. Buồng lửa.....	46
3.2.3 Thiết bị đo.....	47
3.3. Tính toán thông số bộ điều khiển:.....	49
3.3.1 Cấu trúc các mạch vòng điều khiển:.....	49
3.3.2 Thông số bộ điều khiển mạch vòng điều khiển vị trí van (damper) bằng phần mềm Matlab	
50	
3.3.3 Tính toán thông số bộ điều khiển lưu lượng gió:.....	51
3.3.4 Sơ đồ cấu trúc điều khiển áp suất buồng lửa.....	52
3.4. Mô phỏng đánh giá các thông số.....	52
3.4.1 Kết quả mô phỏng hệ điều khiển áp suất buồng lửa:.....	52
3.4.2 Kết luận:.....	54
3.5. Nâng cao chất lượng hệ điều khiển lò hơi công ty nhiệt điện Uông Bí.....	55
3.5.1. Đặt vấn đề.....	55
3.5.2. Bộ điều khiển mờ.....	55
3.5.3. Thiết kế bộ điều khiển mờ cho bộ điều khiển áp suất buồng lửa.....	57
3.6 Kết luận.....	64
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	65
NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN VĂN	65
PHỤ LỤC	66
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	68

LỜI MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của nền công nghiệp, nhu cầu sử dụng điện ngày càng tăng cao, kéo theo tình trạng thiếu điện ngày càng trầm trọng. Với những ưu thế về nguồn nhiên liệu sẵn có, về thời gian xây dựng nhanh, hàng loạt các nhà máy nhiệt điện được xây dựng trong những năm gần đây. Các nhà máy sử dụng các nguồn nhiên liệu đa dạng như: than đá, dầu mỏ, khí đốt, ...

Hiện nay, trong các nhà máy nhiệt điện, mức độ tự động hóa ngày càng được nâng cao. Với việc sử dụng hệ thống DCS điều khiển cho nhà máy điện, mỗi một ca vận hành chỉ cần hơn 10 công nhân. Các quá trình có thể giám sát và điều khiển hoàn toàn từ xa tại phòng điều khiển trung tâm.

Xuất phát từ thực tế đó, sau thời gian tìm hiểu tại nhà máy nhiệt điện Uông Bí, em đã chọn đề tài luận văn tốt nghiệp là “*Nâng cao chất lượng điều khiển lò hơi nhà máy nhiệt điện*” dưới sự hướng dẫn của thầy *Võ Quang Vinh* đã giúp em hoàn thành Luận văn tốt nghiệp này.

Em xin chân thành cảm ơn thầy *Võ Quang Vinh* đã hướng dẫn em trong quá trình làm Luận văn tốt nghiệp. Mặc dù rất cố gắng nhưng em vẫn không tránh được một số sai sót mong thầy cô góp ý để bản Luận văn của em được hoàn thiện.

Xin chân thành cảm ơn!

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

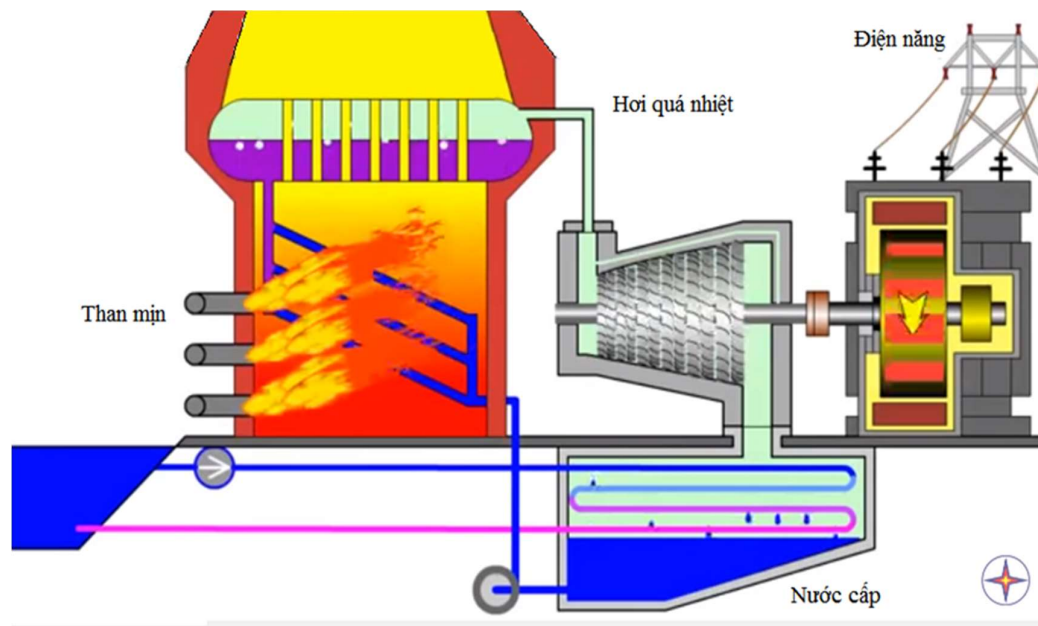
1.1. Giới thiệu về lò hơi

1.1.1 Khái niệm

Lò hơi là thiết bị hấp thụ lượng nhiệt sinh ra khi cháy các loại nhiên liệu để sản xuất ra hơi nước làm môi chất động lực trong chu trình nhiệt, làm quay tuabin hơi, máy phát để sản xuất điện. Lò hơi là thiết bị quan trọng nhất, lớn nhất và phức tạp nhất ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả hoạt động, đến vốn đầu tư và các vấn đề an toàn khác của toàn nhà máy nhiệt điện.

Trong lò hơi có cấu tạo khá phức tạp gồm nhiều hệ thống:

- Hệ thống cung cấp và đốt cháy nhiên liệu.
- Hệ thống cung cấp không khí và thải sản phẩm cháy.
- Hệ thống xử lý nước và cấp nước làm mát.
- Hệ thống sản xuất và cấp nước nóng cho quá trình sinh hơi
- Hệ thống đo lường, điều khiển.
- Hệ thống lò: khung lò, tường lò...
- Hệ thống an toàn.



Hình 1.1: Cấu trúc Lò hơi trong nhà máy nhiệt điện

Lò hơi được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực, sử dụng với nhiều mục đích khác nhau: Trong các đầu máy tàu hỏa, hệ thống sưởi, các nhà máy sản xuất được phẩm, các nhà máy nhiệt điện ...

1.1.2 Nguyên tắc lựa chọn lò hơi nhà máy nhiệt điện:

Lò hơi đốt than có nhiều loại, lựa chọn loại phù hợp rất quan trọng, góp phần thành công của một dự án nhà máy nhiệt điện than. Cách lựa chọn loại lò hơi được tuân thủ theo nguyên tắc như sau:

Lò hơi đảm bảo được công nghệ kỹ thuật đạt tiêu chuẩn tiên tiến của thế giới, vận hành an toàn, liên tục với hiệu suất cao.

Lò hơi phải sử dụng được nguồn nhiên liệu than cấp cho nhà máy.

Lò hơi phải đảm bảo được các yêu cầu của Tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành có liên quan tới môi trường với mức chi phí hợp lý.

Công nghệ lò hơi sử dụng cho nhà máy nhiệt điện phải có hiệu suất đủ cao để đảm bảo hiệu quả kinh tế nhằm hoàn vốn nhanh.

Cần cân nhắc lựa chọn công nghệ lò hơi mà sau khi đốt nhiên liệu, tro xỉ có thể làm phụ gia bê tông, xi măng, ... tái sử dụng được cho các lĩnh vực khác. Nhằm tăng doanh thu từ việc bán tro xỉ, giảm chi phí lưu trữ, xử lý, tránh gây ô nhiễm môi trường.

1.2 Cách phân loại lò hơi nhà máy nhiệt điện:

Có nhiều cách để phân loại lò hơi, trong đó có dựa vào chế độ chuyển động của nước trong lò, dựa vào thông số hơi, dựa vào cách đốt nhiên liệu...

1.2.1 Phân loại theo chế độ chuyển động của nước trong lò:

- Lò hơi đối lưu tự nhiên;
- Lò hơi tuần hoàn tự nhiên;
- Lò hơi tuần hoàn cưỡng bức;
- Lò hơi đối lưu cưỡng bức.

1.2.2 Dựa vào thông số hơi.

- Lò hơi thông số thấp;
- Lò hơi thông số trung bình;

- Lò hơi thông số cao;
- Lò hơi thông số siêu cao.

1.2.3 Phân loại theo cách đốt nhiên liệu.

- Lò hơi đốt theo lớp: Nhiên liệu rắn (than, củi, bã mía) được xếp thành lớp trên ghi để đốt.

- Lò hơi đốt phun: Nhiên liệu khí, nhiên liệu lỏng phun thành bụi, nhiên liệu rắn nghiền thành bột được phun vào buồng lửa, các giai đoạn của quá trình cháy trong không gian buồng lửa.

- Lò hơi đốt đặc biệt: thường gặp 2 loại là buồng lửa xoáy và buồng lửa tầng sôi. Buồng lửa xoáy có thể đốt than cám nguyên khai hoặc nghiền sơ bộ.

1.2.4 Một số cách phân loại khác.

- Dựa vào trạng thái xỉ ra;
- Dựa theo áp suất của không khí và sản phẩm cháy trong buồng lửa;
- Dựa theo cách lắp đặt, có loại di động, loại tĩnh và loại nửa di động;
- Dựa theo công dụng có loại lò hơi cấp nhiệt;
- Dựa theo đặc điểm bề mặt truyền nhiệt.

1.3. Các hệ thống điều khiển chính trong lò hơi:

Hệ thống điều khiển lò hơi gồm nhiều quá trình điều khiển từ khâu cấp nhiên liệu đến khâu sinh hơi đi vào tuabin. Hệ thống điều khiển lò hơi được chia thành các hệ điều khiển chính sau:

- Hệ điều khiển cấp nhiên liệu;
- Hệ điều khiển quá trình cháy;
- Hệ điều khiển mức nước bao hơi;
- Hệ điều khiển hơi.

Các hệ điều khiển trên bao gồm nhiều mạch vòng điều khiển khác nhau nhưng thực hiện 2 nhiệm vụ chính: điều khiển đảm bảo quá trình chuyển hóa năng lượng, điều khiển đảm bảo chất lượng.

Các mạch vòng điều khiển đảm bảo quá trình chuyển hóa năng lượng: Như ta đã biết các quá trình chuyển hóa năng lượng trong nhà máy điện gồm có: từ hóa năng thành nhiệt năng, nhiệt năng lại chuyển hóa thành cơ năng và từ cơ năng chuyển hóa thành điện năng. Trong điều khiển thường đi theo hướng ngược lại, tức

là từ yêu cầu phụ tải quyết định công suất máy phát, từ công suất máy phát tính toán ra tổng nhiệt năng yêu cầu. Tổng nhiệt năng yêu cầu tương ứng với lượng nhiên liệu là than và không khí để cấp cho quá trình cháy, đồng thời phải điều khiển nước cấp đảm bảo mực nước trong bao hơi và sản lượng hơi cần thiết. Các quá trình điều khiển này đảm bảo quá trình chuyển hóa năng lượng trong lò hơi. Các mạch vòng điều khiển đảm bảo chất lượng: Để hiệu suất lò hơi đạt tối đa, đem lại hiệu quả kinh tế cao nhất thì phải đảm bảo được chất lượng quá trình cháy và chất lượng hơi. Chất lượng của quá trình cháy phụ thuộc vào nhiên liệu cấp vào lò phải đủ mịn, lượng không khí cấp vào đảm bảo nhiên liệu cháy hết để giảm tổn thất và tạo ra nhiệt năng lớn nhất. Chất lượng của hơi tức là nhiệt độ, áp suất, độ khô và lưu lượng của hơi phải ổn định và đảm bảo đáp ứng yêu cầu. Tất cả các mạch vòng điều khiển có sự liên quan, tác động và ràng buộc lẫn nhau. Hệ thống điều khiển lò hơi rất phức tạp với nhiều đầu vào và đầu ra có tác động xen kẽ lẫn nhau, thường khi điều khiển người ta đơn giản hóa bằng cách tách ra thành những kênh chính và xây dựng vòng điều chỉnh để ổn định các thông số điều chỉnh.

* Phạm vi luận văn chỉ tìm hiểu hệ điều khiển quá trình cháy của lò hơi. Hệ thống điều khiển quá trình cháy thực hiện 2 nhiệm vụ chính sau:

- Điều chỉnh tỷ lệ nhiên liệu-không khí (độ kinh tế quá trình cháy): điều chỉnh cung cấp lượng không khí và nhiên liệu với một tỉ lệ và khối lượng thích hợp đảm bảo cháy hết nhiên liệu và cung cấp lượng nhiệt cần thiết.

- Điều chỉnh áp suất chân không buồng đốt: đảm bảo quá trình cháy và thoát khói lò giữ ổn định áp suất chân không trong buồng đốt.

1.4. Đối tượng nghiên cứu:

Nhà máy nhiệt điện đốt than (tiếng Anh Coal firing Thermopower plant) là một loại nhà máy nhiệt điện điển hình. Hiện nay, thị trường lớn nhất cho than chất lượng thấp là dành cho phát điện. Phát điện sử dụng than chất lượng thấp đã được thực hiện trong ba loại của các nhà máy điện đốt than, cụ thể là nhà máy điện đốt than phun (PCC), nhà máy đốt than kiểu tầng sôi (CFBC), và nhà máy khí hóa tích hợp nhà máy điện chu trình hỗn hợp (IGCC). Nhà máy điện đốt than phun PCC đã được vận hành dùng than để phát điện trên toàn thế giới trong hơn 75 năm do đó em lựa chọn đối tượng nghiên cứu của luận văn là: Lò hơi đốt than phun. Lò hơi có ký hiệu kiểu ЕП – 920 – 17,6 – 543 AT được thiết kế để vận hành trong tổ máy cùng Turbin hơi có công suất 300MW của Nhà máy nhiệt điện Uông Bí.



Hình 1.5: Hệ thống lò hơi nhà máy nhiệt điện

1.4.1: Giới thiệu Lò than phun:

Trong các nhà máy PCC than đá được nghiền thành bột mịn và sau đó phun vào buồng lửa tham gia quá trình đốt cháy cùng không khí thông qua một loạt các vòi phun (Burners). Các vòi phun có thể được đặt trên tường trước, hai tường bên đối diện, hoặc

bố trí để tạo thành vòng tiếp tuyến trong buồng lửa hoặc đặt ở 4 góc. Quá trình cháy diễn ra ở nhiệt độ từ $1300^{\circ}\text{C} \sim 1700^{\circ}\text{C}$ và gần áp suất khí quyển. Thời gian lưu lại của hạt bột than trong buồng lửa lò hơi thông thường là 2-5 s. Nhiệt phát ra trong quá cháy nhiên liệu được hấp thụ bởi nước chảy trong dàn ống sinh hơi bố trí xung quanh buồng lửa hơi để tạo thành hơi nước với thông số hơi nhất định và sau đó đi vào tuabin hơi nước để chuyển đổi nhiệt năng thành công năng và tạo ra điện (chu trình Rankine). Quá nhiệt hơi và quá nhiệt trung gian (hồi nhiệt) (reheaters) thường được sử dụng thu hồi nhiệt từ khói thải nóng để tăng hiệu quả chu kỳ nhiệt.

Lò hơi PCC được thiết kế, chế tạo để phù hợp với các yêu cầu tuabin hơi nước, với công suất đầu ra vào khoảng 50 đến 1300 MW. Tổ Lò hơi PCC gần đây nhất được đánh giá cao là những tổ lò hơi có công suất lớn hơn 300 MW do xét đến khả năng của tuabin hơi (cũng tận dụng lợi thế của các hiệu suất các tổ máy lớn).

Lò hơi PCC có thể được phân loại thành ba loại: dưới tới hạn, siêu tới hạn và cực siêu tới hạn, tùy thuộc vào các điều kiện hơi nước vào tuabin hơi. Sự khác biệt lớn trong điều kiện hơi nước và các dữ liệu yêu cầu giữa công nghệ dưới tới hạn, siêu tới hạn và cực siêu tới hạn PCC như sau:

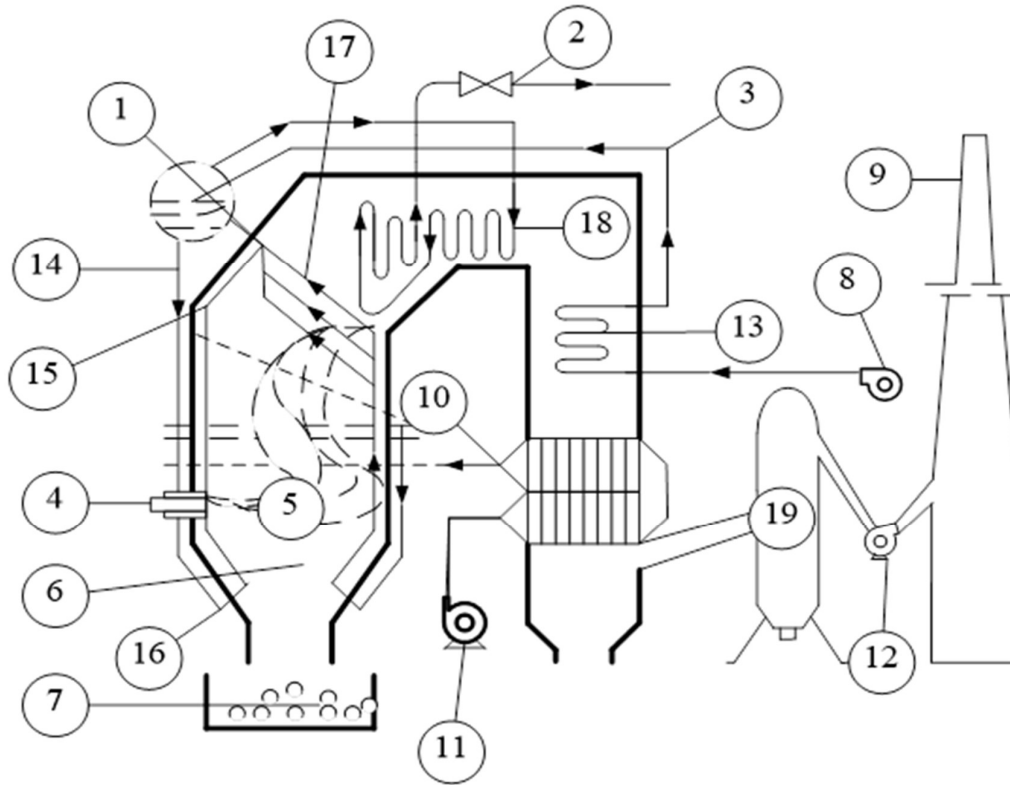
Dưới tới hạn: thông thường, các các tổ lò hơi dưới tới hạn tạo ra hơi nước với điều kiện là 16,5MPa/538°C/538°C (hơi quá nhiệt áp suất / nhiệt độ / nhiệt độ quá nhiệt trung gian) (Kitto và Stultz, 2005) với hiệu suất trung bình lớn hơn các nhà máy dưới tới hạn đốt than chất lượng tốt trong khoảng 35-36% (LHV cơ sở), trong khi đó các tổ lò hơi cũ hoặc nhỏ hơn đốt than kém chất lượng có thể thấp nhất là 30% LHV (Kitto và Stultz, 2005).

Siêu tới hạn: các thông số hơi của lò hơi siêu tới hạn là 24,1MPa/566°C/593°C, sẽ cho ra hiệu suất chu trình cao hơn.

Cực siêu tới hạn: thông số hơi nước theo thứ tự của 29,6MPa/579°C/599°C và 25,0MPa/600°C/610°C đã được sử dụng ở các tổ máy cực siêu tới hạn (Kitto và Stultz, 2005). Các tổ máy PCC cực siêu tới hạn thường làm việc ở nhiệt độ đầu ra của hơi quá nhiệt (hơi mới) khoảng 600°C. Thông số hơi nước cao hơn làm cho hiệu suất chu trình của nhà máy cao hơn.

1.4.2 Cấu tạo:

Buồng lửa có hình lăng trụ được trang bị 16 vòi đốt cố định trong hai tầng (trước và sau) và 8 vòi đốt phụ, 4 vòi đốt trên mỗi tầng. Trên tường buồng lửa là những mảng ống sinh hơi (30 mảng) được làm từ thép hợp kim thấp với những thanh chèn lắp đặt giữa các ống với bước ống sinh hơi 80mm. Phần dưới buồng lửa có hình chữ V (phễu lạnh) được tạo bởi phần nghiêng của các mảng ống sinh hơi tường trước và tường sau của buồng lửa với góc nghiêng 54° so với mặt phẳng ngang.



Hình 1.6: Sơ đồ mô tả lò đốt than phun

Trong đó:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. Bao hơi | 2. Van hơi chính |
| 3. Đường nước cấp | 4. Vòi phun nhiên liệu |
| 5. Buồng lửa | 6. Phễu tro lạnh |
| 7. Giếng xỉ | 8. Bơm cấp |
| 9. Ống khói | 10. Bộ sấy không khí |
| 11. Quạt gió | 12. Quạt khói |
| 13. Bộ hâm nước | 14. Dàn ống nước xuống |
| 15. Dàn ống sinh hơi | 16. Ống góp dưới |
| 17. Dàn pheston | 18. Bộ quá nhiệt |
| 19. Bộ lọc bụi tĩnh điện | |

Phần trên buồng lửa có thu hẹp một phía tạo phần lồi khí động (vách sau) tạo thành đường khói của buồng lửa, khói được vận chuyển từ buồng lửa tới đường khói chuyển tiếp có lắp các bộ quá nhiệt đối lưu cao áp và bộ quá nhiệt trung gian đối lưu.

Vòi đốt nhiên liệu bao gồm vòi đốt than bột và vòi phun dầu, được treo tới buồng đốt bởi khung dầm chịu lực. Bên trong vỏ có 3 kênh dẫn cung cấp gió nóng và kênh dẫn hỗn hợp gió than, được gắn thiết bị tạo xoáy hướng trục tạo luồng gió nóng dạng xoắn ốc. Có thiết bị đánh lửa, sensor kiểm soát ngọn lửa và lỗ kiểm tra.

Lò hơi có bố trí 2 quạt khói kiểu ДН -28,8 x 2 - 0,936, 2 quạt gió kiểu ВДН-24x2-IIМФ.

Tất cả van chặn cách ly đều là thiết bị dẫn động bằng động cơ điện.

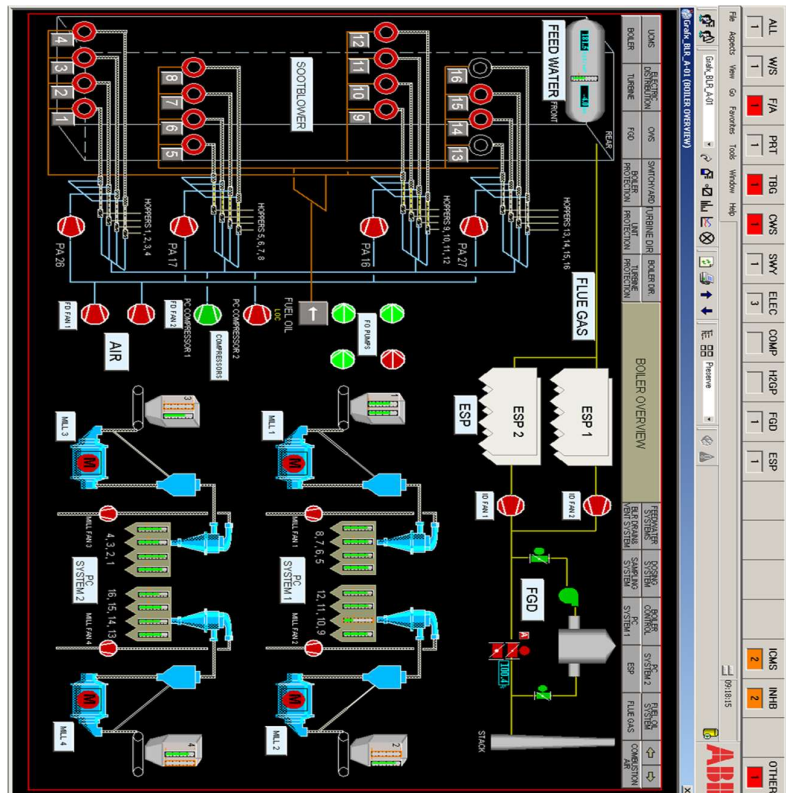
Lò hơi còn được trang bị 4 hệ thống chế biến than bột cùng với các máy nghiền bi ký hiệu ИИВМ – 370/850.

Ngoài ra còn nhiều trang bị phụ như hệ thống đo lường, điều khiển, hệ thống an toàn, khung lò, tường lò, các vòi thổi bụi, thiết bị rửa lò, vv...

1.4.3 Nguyên lý hệ thống lò hơi nhà máy nhiệt điện Ung Bít:

Nước cấp được cung cấp tới lò hơi thông qua bộ hâm nước, được gia nhiệt gần tới nhiệt độ bão hoà và cung cấp vào bao hơi của lò hơi.

Từ bao hơi, nước được cấp tới các ống góp dưới, sau đó được phân phối vào các vách ống sinh hơi của lò hơi. Các ống sinh hơi được bố trí xung quanh vách lò, để bảo vệ tường lò và tận dụng nhiệt bức xạ, giảm diện tích bề mặt truyền nhiệt vào vách lò.



Hình 1.7: Sơ đồ tổng quan vận hành hệ thống lò hơi nhiệt điện Ung Bít

Nước nhận nhiệt từ buồng đốt để hoá hơi, hỗn hợp hơi nước được tạo ra ở các vách ống sinh hơi đi vào các ống góp trên, sau đó vào bao hơi.

Sau khi được phân ly trong bao hơi, hơi bão hoà được tách ra và đi tới bộ quá nhiệt của lò hơi, còn những hạt nước lẫn trong hơi được tách ra và đi vào khoang chứa nước của bao hơi tiếp tục tham gia các vòng tuần hoàn tiếp theo của lò hơi.

Hơi sau khi được sấy tại các bộ quá nhiệt và đạt được các thông số theo thiết kế, nó được cấp tới Turbine thông qua các đường hơi chính.

Quá trình cháy của than Antraxit được thực hiện trong buồng đốt bằng 16 vòi đốt được sắp đặt ở vách trước và vách sau của lò hơi và được bố trí thành 2 tầng.

Khói thải sau khi ra khỏi lò có nhiệt độ rất cao khoảng trên 500°C được hút lên phía trên của buồng đốt và sau đó đi ra phía đuôi lò. Khi đi qua bộ hâm nước và bộ sấy không khí, khói gia nhiệt cho nước và không khí để hạ nhiệt độ xuống khoảng 150°C . Sau đó khói thải được đưa qua thiết bị (bộ lọc) khử bụi tĩnh điện và khử lưu huỳnh rồi được đưa tới ống khói nhờ 2 quạt khói.

1.4.4 Hệ thống điều khiển nhà máy nhiệt điện Uông Bí

Hệ thống điều khiển tự động của lò hơi cung cấp các chế độ vận hành ổn định ở tất cả các mức yêu cầu của chế độ khởi động, chế độ làm việc ổn định và chế độ làm việc dừng khẩn cấp.

Các hệ thống được vận hành liên tiếp theo các giai đoạn của khởi động lò đốt:

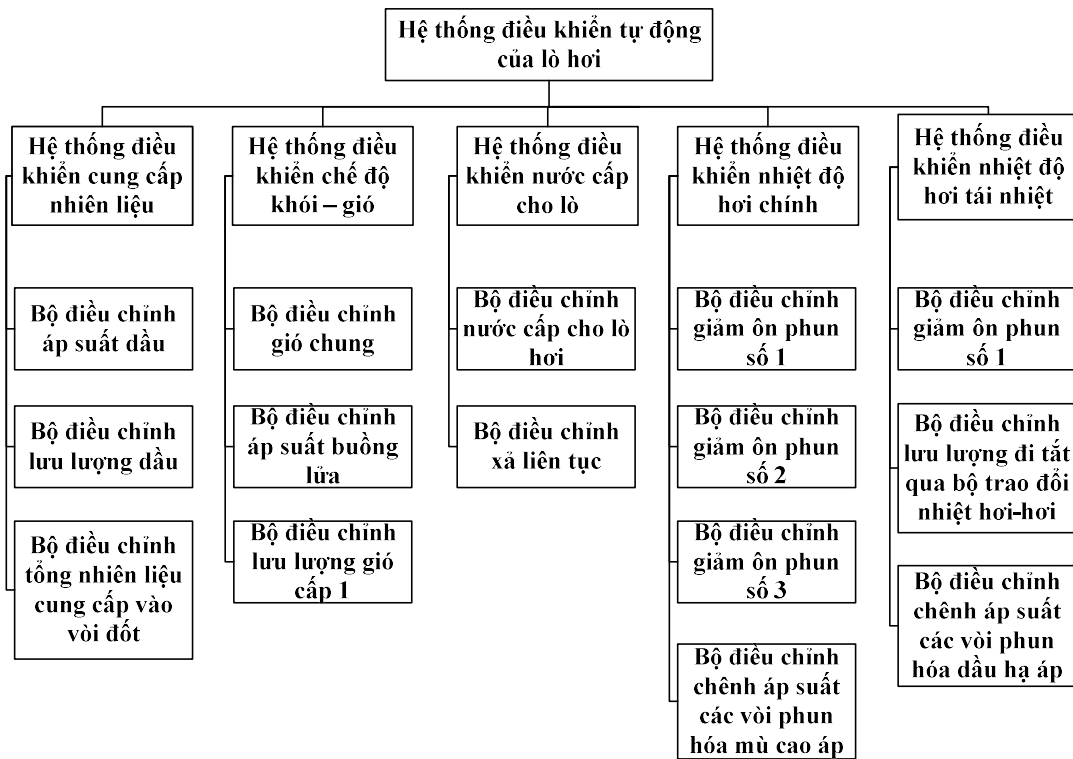
Giai đoạn 1: Chuẩn bị khởi động lò hơi.

Giai đoạn 2: Đốt các vòi đốt dầu, gia nhiệt bao hơi và các đường ống, nâng các thông số hơi đến giá trị chuẩn bị quay turbine (đốt dầu nhiên liệu FO)

Giai đoạn 3: Quay turbin, hòa đồng bộ, mang tải khởi xướng.

Giai đoạn 4: Tăng phụ tải đến 30% phụ tải định mức (nhiên liệu-dầu FO), tăng các thông số hơi.

Giai đoạn 5: Tăng tải tổ máy, vận hành lò hơi với các vòi đốt than bột, tăng nhiệt độ hơi tới giá trị định mức.



Hình 1.8: Hệ thống điều khiển tự động trong lò hơi nhà máy điện Uông Bí

Hai đối tượng chính cần quan tâm trong vận hành lò hơi chính là buồng lửa và phần sinh hơi. Tại buồng lửa, đầu vào là lưu lượng nhiên liệu và thể tích không khí, qua quá trình cháy tạo ra nhiệt lượng lớn cung cấp cho quá trình hóa hơi. Tại phần sinh hơi, đầu vào là nhiệt lượng nhận từ buồng lửa, với yêu cầu về lưu lượng hơi và mức nước bao hơi, chuyển hóa nước sang dạng hơi quá nhiệt và cấp vào turbine.

Quá trình cháy trong buồng đốt có vai trò rất quan trọng, là nơi khởi động, cung cấp nhiệt lượng cho các quá trình tiếp theo của vận hành hệ thống. Yếu tố tác động đến quá trình như:

- Chất lượng nhiên liệu
- Lưu lượng cấp gió (nồng độ O_2)
- Áp suất buồng lửa
- Yêu cầu tải
- Nhiệt độ cháy...

Quá trình cháy tác động đến các yếu tố như nhiệt lượng, áp suất, tốc độ hóa hơi, hệ số kinh tế và môi trường... Để giám sát và điều khiển quá trình cháy, nhà máy đặt hai hệ thống điều khiển tự động chính là:

• **Hệ thống điều khiển cung cấp nhiên liệu:** Cung cấp phụ tải cụ thể để đưa ra tính toán về tổng nhiên liệu cung cấp cho lò hơi. Hệ thống bao gồm:

- **Bộ điều chỉnh áp suất - lưu lượng dầu:** Duy trì ổn định hoặc thay đổi lưu lượng nhiên liệu tới lò hơi ở các chế độ vận hành khác nhau.

- **Bộ điều chỉnh tổng nhiên liệu:** Duy trì tổng lượng nhiên liệu (dầu, than) đưa vào buồng đốt trong tất cả các chế độ làm việc của lò. Tác động vào bộ điều chỉnh công suất của máy cấp than bột.

• **Hệ thống điều khiển khói gió:** cung cấp hiệu suất cao nhất và độ tin cậy của quá trình cháy trong buồng đốt và đường khói gió cũng như hỗ trợ cho việc xử lý quá trình cháy bằng việc cải thiện các thông số kinh tế. Hệ thống bao gồm:

- **Bộ điều khiển gió chung:** Được cung cấp để duy trì quá trình cháy tối ưu của than bột và dầu theo điều kiện của hiệu suất, bộ điều khiển tác động vào cơ cấu chấp hành của các quạt gió chính. Nếu quạt gió chính bị ngừng thì cơ cấu chấp hành của khớp nối thủy lực (ống xúc dầu) được đặt trở lại vị trí khởi xướng ban đầu.

- **Bộ điều khiển áp suất buồng lửa:** Được cung cấp để duy trì áp suất âm ở phần phía trên của buồng đốt. Bộ điều chỉnh tác động lên cơ cấu chấp hành của các cánh hướng quạt khói theo mạch điều chỉnh đồng bộ hóa theo bước.

- **Bộ điều chỉnh lưu lượng gió cấp I:** Được cung cấp để duy trì lưu lượng gió cấp I cấp vào hệ thống đường dẫn than bột (gồm 4 vòi đốt phụ thuộc vào công suất máy cấp). Khi máy cấp tăng năng suất lên 70% công suất định mức thì nó sẽ được đặt để hạn chế việc giảm lưu lượng gió cấp I. Lò hơi được cung cấp 4 bộ điều chỉnh lưu lượng gió cấp I.

Áp suất buồng lửa là một trong những yếu tố có ảnh hưởng lớn tới chất lượng cháy, quá trình thông gió cấp nhiên liệu, hệ số kinh tế và mức độ an toàn khi vận hành lò hơi, vì vậy phải theo dõi, điều khiển giám sát chặt chẽ và kịp thời. Trong luận văn này em chọn đối tượng để nghiên cứu là: Áp suất buồng lửa lò hơi nhà máy nhiệt điện.

1.5 Kết luận

Lò hơi là một hệ thống rất phức tạp với rất nhiều thông số tác động, các mạch vòng điều khiển, kiểm soát, hình thành nên hệ thống điều khiển chung của nhà máy dưới sự giám sát của hệ thống điều khiển DCS. Trong đó, mạch vòng điều khiển quá trình cháy ảnh hưởng quyết định tới năng suất hơi và sự vận hành an toàn của nhà máy. Vì vậy, luận văn chỉ tập trung tìm hiểu và nghiên cứu về hệ thống điều

khiển tự động áp suất buồng lửa - một trong những hệ thống quan trọng nhất của nhà máy. Tiến hành nghiên cứu, tổng hợp, tính toán mô hình hóa & mô phỏng hệ thống dựa trên sơ đồ công nghệ thực tế của nhà máy điện Uông Bí.

CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ÁP SUẤT BUỒNG LỬA, GIÓ, KHÓI LÒ HƠI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN UÔNG BÍ

2.1 Áp suất buồng lửa:

2.1.1 Khái niệm:

Để đảm bảo quá trình cháy trong lò hiệu quả, ổn định và đảm bảo an toàn cho thiết bị và cho người vận hành thì áp suất chân không buồng đốt đóng một vai trò rất quan trọng.

Buồng lửa là không gian để đốt cháy các chất khí và các hạt nhiên liệu nhỏ bay theo khói nhằm cung cấp năng lượng lớn để duy trì hoạt động của lò hơi.

Áp suất buồng lửa là áp suất trong lò đốt. Áp suất buồng lửa (là áp suất chân không hay còn gọi áp suất âm) được hiểu là áp suất nhỏ hơn áp suất trung bình (tương đối 0.1MPa) của khí quyển và được tạo bởi năng lượng nhiệt tạo ra từ quá trình cháy nhiên liệu tác động lên thành buồng lửa.

Hệ thống điều khiển Áp suất buồng lửa đơn giản nhất là điều khiển lượng khói thoát ra sử dụng mạch vòng điều khiển đơn. Với hệ thống này, điều khiển dòng lưu thông khói gió thường phân ra thành hệ điều khiển gió cấp và hệ điều khiển khói thoát. *Điều khiển gió cấp theo yêu cầu phụ tải còn điều khiển khói thoát sẽ quyết định áp suất chân không buồng đốt.*

2.1.2 Vai trò:

Bộ điều chỉnh Áp suất buồng lửa có nhiệm vụ duy trì chân không buồng đốt ở mức ổn định để chế độ cháy của lò là tối ưu nhất, đảm bảo an toàn cho người và thiết bị ở xung quanh lò, đồng thời nâng cao hiệu suất lò.

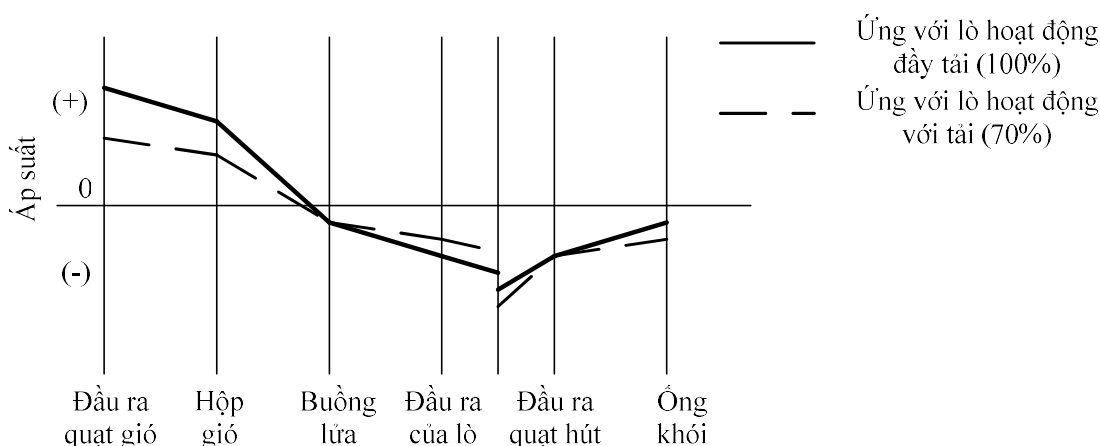
Khi điều chỉnh lượng không khí cấp vào lò, sự thông gió (khi thông gió đồng thời bằng quạt gió và quạt khói) mất cân bằng, dẫn tới sự thay đổi chân không buồng lửa. Vì vậy, bộ điều chỉnh ổn định áp suất chân không buồng lửa sẽ lấy xung lượng chính là chân không buồng lửa và xung lượng thay đổi từ bộ điều chỉnh không khí cấp để tác động lên bộ điều chỉnh cánh hướng quạt khói. Khi có sự thay đổi lưu lượng không khí cấp vào lò, sai lệch tín hiệu vào bộ điều chỉnh chân không sẽ mất cân bằng, bộ điều chỉnh sẽ tạo điều khiển tác động vào cơ cấu điều chỉnh của hệ thống các lá chắn quạt khói, làm thay đổi độ mở của các lá chắn dẫn đến thay đổi lưu lượng gió hút ra từ lò để duy trì áp suất áp suất âm buồng ở dải cho phép. Tức

là, khi tăng lưu lượng gió vào lò thì bộ điều chỉnh chân không buồng đốt sẽ tự động điều chỉnh mở to lá chắn để tăng lưu lượng khói hút ra và ngược lại.

Để vận hành lò một cách hiệu quả nhất, hoạt động với công suất tối đa cần duy trì một áp suất cao nhất có thể trong lò, áp suất này càng đạt giá trị gần với áp suất khí quyển càng tốt tuy nhiên phải luôn thấp hơn. Nếu áp suất trong lò cao hơn sẽ gây tràn khói nóng ra khỏi lò, gây nguy hiểm cho cấu trúc lò và người vận hành, có thể dẫn đến nổ lò.

2.1.3 Phân bố áp suất buồng đốt:

Tại đầu ra của quạt gió (FD) áp suất gió có giá trị dương lớn, do áp suất dương cao nên gió được vận chuyển tới hộp trộn với áp suất dương thấp hơn. Ở buồng đốt ta có áp suất âm do lượng khói hút ra nhiều, tại đầu ra của quạt khói (ID) áp suất rất âm do vậy sau quạt ID khói sẽ được hút dần lên ống khói để ra khí quyển, áp suất ống khói bớt âm hơn so với đầu ra quạt hút khói.



Hình 2.1: Phân bố áp suất của hệ thống khói gió

Việc điều khiển khói gió đóng vai đảm bảo sự biến đổi từ nhiên liệu thành nhiệt năng theo yêu cầu.

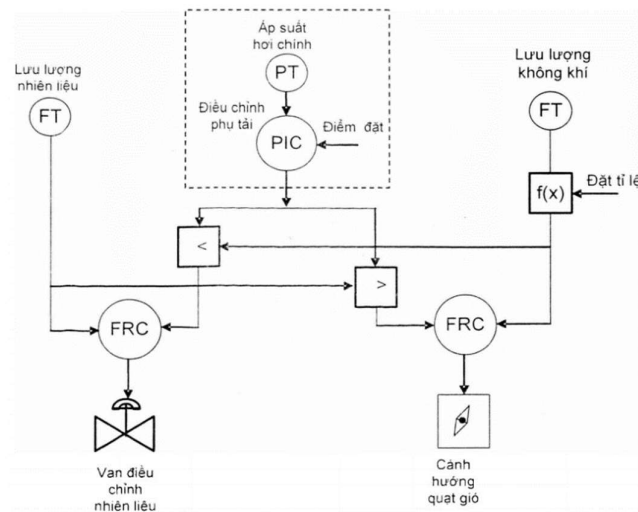
2.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến áp suất buồng lửa

2.2.1 Công suất phụ tải:

Yếu tố ảnh hưởng chính tới áp suất buồng lửa trong vận hành là sự thay đổi về phụ tải và sự cố. Mục đích của hoạt động lò hơi chính là cấp nhiệt lượng từ đốt cháy nhiên liệu làm sinh hơi quá nhiệt tạo công năng làm quay turbine, phát điện cấp cho phụ tải,

vì vậy khi có sự thay đổi phụ tải sẽ ảnh hưởng tới lưu lượng hơi, lượng nhiên liệu cũng điều chỉnh để đáp ứng yêu cầu tải.

Xuất phát từ hai đại lượng cần điều chỉnh tỉ lệ là nhiên liệu/ không khí một giải pháp tối ưu cho việc điều chỉnh quá trình cháy là hệ điều chỉnh kết hợp ba thông số với hai mạch vòng điều khiển như hình 2.3. Bộ điều chỉnh công suất phụ tải thông qua các khối chọn ($>$) và ($<$) sẽ đặt các giá trị yêu cầu cho bộ điều chỉnh độc lập cấp nhiên liệu và cấp không khí. Do đó lượng hỗn hợp nhiên liệu - không khí cấp vào buồng lửa luôn được giữ phù hợp với tải. Vì lượng nhiên liệu và lượng không khí cấp được thực hiện qua hai mạch vòng phản hồi độc lập nên hệ thống sẽ bù được sự thay đổi về lưu lượng do các tác nhân khác gây ra. Khối $f(x)$ trong sơ đồ làm nhiệm vụ điều chỉnh tín hiệu phản hồi để thực hiện so sánh với tỷ lệ nhiên liệu/ không khí đặt.



Hình 2.2: Điều chỉnh kết hợp ba thông số gồm gió, khói và nhiên liệu

Khi hệ thống làm việc ổn định, các tín hiệu sai lệch vào các bộ điều chỉnh FRC được cân bằng. Khi có yêu cầu tăng phụ tải nhiệt, bộ điều chỉnh phụ tải sẽ đưa ra tín hiệu tăng lượng nhiên liệu. Khi đó tín hiệu đầu ra từ bộ điều chỉnh phụ tải sẽ lớn hơn các tín hiệu phản hồi về lưu lượng nhiên liệu và lưu lượng không khí. Bộ chọn ($>$) ở khối điều chỉnh không khí và bộ chọn ($<$) để giảm nhiên liệu cung cấp, đồng thời bộ điều chỉnh lưu lượng khi cấp cũng sẽ tác động để giảm lượng khí cấp phù hợp với lượng nhiên liệu cấp vào. Việc điều chỉnh kết hợp ba thông số: áp suất hơi chính, lượng nhiên liệu và lưu lượng không khí cấp sẽ đảm bảo mối quan hệ với các

đặc tính động của lò hơi trong một khoảng tương đối lớn nhờ thực hiện các vòng điều khiển độc lập.

Khi lưu lượng khí giảm đột ngột vì một nguyên nhân nào đó thì hệ thống sẽ tự động giảm lượng nhiên liệu cấp vào để đảm bảo quá trình cháy diễn ra hoàn toàn và tránh sự tích tụ trong buồng lửa. Ngược lại, khi phụ tải giảm, bộ điều chỉnh phụ tải sẽ tác động tới bộ chọn (<) để giảm nhiên liệu cung cấp, đồng thời bộ điều chỉnh lưu lượng khí cấp cũng sẽ tác động để giảm lượng khí cấp phù hợp với lượng nhiên liệu cấp vào.

Việc điều chỉnh kết hợp ba thông số: áp suất hơi chính, lượng nhiên liệu và lưu lượng không khí cấp sẽ đảm bảo mối quan hệ với các đặc tính động của lò hơi trong một khoảng tương đối lớn nhờ thực hiện các vòng điều khiển độc lập.

Mặc dù vậy hệ thống vẫn còn tồn tại những hạn chế như: không thể bù mọi tổn thất và sai sót của quá trình vận hành, hệ thống đòi hỏi có hệ thống giám sát, dự phòng liên động và bảo vệ để đảm bảo quá trình hoạt động an toàn chính xác. Hệ thống có thể phản ứng kịp thời khi van nhiên liệu mở đột ngột nhưng độ chậm trễ trong đáp ứng của quạt gió sẽ vẫn có thể gây ra hiện tượng tích tụ nhiên liệu trong buồng lửa.

2.2.2 Lưu lượng gió cấp và khói thoát:

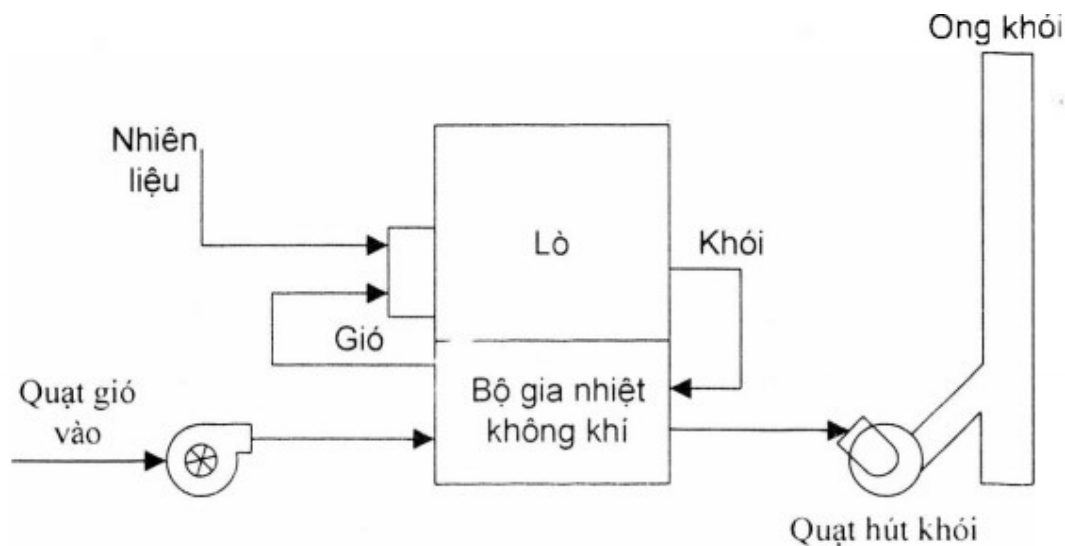
Áp suất chân không buồng đốt được điều chỉnh nhờ lưu lượng khói thoát ra tương ứng với lưu lượng gió cấp vào. Như vậy điều khiển quạt hút ID có liên quan mật thiết với điều khiển quạt FD để đảm bảo chân không buồng đốt. Khi phụ tải lò thay đổi thì tín hiệu yêu cầu thay đổi lưu lượng gió tương ứng điều khiển trực tiếp quạt gió FD, lưu lượng gió cấp vào đáp ứng nhu cầu tải. Lúc đó, sự thay đổi lưu lượng gió vào đóng vai trò như một tín hiệu nhiễu đối với hệ thống điều khiển quạt ID.

Đầu ra của lò là khói được hút ra bởi quạt hút khói, áp suất trong lò luôn được giữ ở một giá trị âm không đổi. Việc giữ áp suất âm trong lò là cần thiết để đảm bảo cho sự cháy của nhiên liệu và an toàn cho người và thiết bị.

Quạt FD hút gió vào lò, gió qua bộ gia nhiệt được tăng nhiệt độ sau đó qua hộp trộn với nhiên liệu phun vào buồng đốt. Khói cháy từ buồng đốt được đưa ra khỏi buồng đốt đưa qua bộ gia nhiệt. Khói sau cùng được hút bởi quạt hút rồi thoát ra ngoài khí quyển theo ống khói.

Khi phụ tải tăng hay giảm sẽ làm lượng nhiên liệu yêu cầu nhiên liệu tăng giảm tương ứng. Lượng nhiên liệu thay đổi đòi hỏi lưu lượng gió thay đổi theo để cung cấp đủ Oxy đốt cháy nhiên liệu.

Để áp suất chân không buồng đốt không đổi khi phụ tải thay đổi thì cần có tín hiệu bù trước lưu lượng gió (feedforward; cho bộ điều khiển quạt ID).



Hình 2.3: Sơ đồ cân bằng gió lò

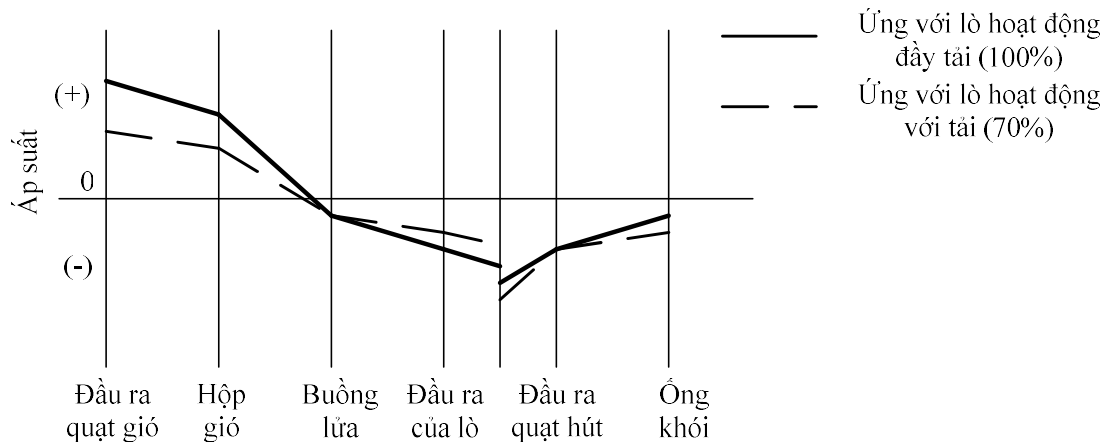
Điều khiển quạt gió vào (FD) phụ thuộc chính vào yêu cầu nhiên liệu, đảm bảo đủ Oxy cho nhiên liệu cháy với hiệu suất cao nhất. Sự thay đổi của lưu lượng gió vào buộc lưu lượng khói hút ra cũng phải thay đổi theo, điều khiển quạt hút khói ID để giữ cho áp suất chân không buồng đốt không đổi đảm bảo cho lò hoạt động ổn định. Như vậy, điều khiển quạt ID phụ thuộc vào giá trị áp suất chân không buồng đốt và lưu lượng gió vào.

Hình dưới biểu diễn phân bố áp suất của hệ thống khói gió từ đầu ra của quạt gió đến ống khói. Tại đầu ra của quạt gió (FD) áp suất gió có giá trị dương lớn, do áp suất dương cao nên gió được vận chuyển tới hộp trộn với áp suất dương thấp hơn.

Ở buồng đốt ta có áp suất âm do lượng khói hút ra nhiều, tại đầu ra của quạt khói (ID) áp suất rất âm do vậy sau quạt ID khói sẽ được hút dần lên ống khói đẩy ra khí quyển, áp suất ống khói bớt âm hơn so với đầu ra quạt hút khói.

Từ phân tích ta thấy, điều khiển gió đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo quá trình cháy của nhiên liệu tức là đảm bảo sự biến đổi từ nhiên liệu thành nhiệt

năng. Đại lượng điều khiển là dòng lượng gió vào và lượng ra khói cháy, đối tượng điều khiển là tốc độ quạt và van cánh hướng (damper) điều chỉnh lưu lượng gió và khói. Thông tin được sử dụng để điều khiển là: lượng nhiên liệu, áp suất chân không buồng lửa và nồng độ oxy trong khói. Quá trình điều khiển các đối tượng có sự liên kết với nhau, phối hợp với nhau để lò hoạt động ổn định, hiệu suất cao, đảm bảo an toàn lao động.



Hình 2.4 Phân bố áp suất của hệ thống khói gió

Khi tải thay đổi, lưu lượng hơi thay đổi, áp suất chân không buồng đốt được giữ ổn định nhưng vẫn dao động vì sai quanh giá trị đặt. Do có sự tác động của tín hiệu bù trước (feedforward) nên bộ điều khiển khói cháy có thể giảm hệ số khuếch đại và hằng số thời gian tích phân, do vậy sẽ giảm được ảnh hưởng của nhiễu và giảm được thời gian tác động. Quạt hút khói FD và quạt gió ID được tác động song song nên sự tác động qua lại đột ngột giữa chúng được giảm đi đáng kể.

Chất lượng áp suất chân không buồng đốt thu được cao hơn hẳn so với sơ đồ cấu trúc điều khiển không bù lưu lượng gió.

2.2.3 Sự cố trong buồng đốt:

Quá trình cháy nhiên liệu trong buồng lửa phụ thuộc vào: Tính chất của nhiên liệu, nồng độ bột than, nhiệt độ và tốc độ của hỗn hợp không khí - nhiên liệu, chế độ vận hành của lò hơi, chế độ cấp không khí...

- Chất lượng nhiên liệu:

Khi độ tro của nhiên liệu tăng thì nhiệt trị của nhiên liệu giảm, dẫn tới giảm nhiệt lượng phát ra của nhiên liệu, làm lượng nhiệt hữu ích của buồng lửa giảm, ảnh

hưởng đến sản lượng hơi. Để duy trì sản lượng hơi cần thiết thì phải tăng lượng nhiên liệu cấp vào. Tuy nhiên, do nhiên liệu nhiều tro sẽ gây nên nhiều tác hại cho thiết bị và điều kiện làm việc bình thường của lò hơi.

Khi độ ẩm của nhiên liệu tăng, nhiệt trị của nhiên liệu giảm (do ẩm là thành phần có hại, không những không cháy, không toả nhiệt mà còn tiêu tốn nhiệt lượng để bốc hơi), dẫn đến nhiệt lượng hữu ích sinh ra trong buồng lửa giảm làm giảm lượng hơi sinh ra. Để có được sản lượng hơi theo yêu cầu thì cũng phải tăng lượng nhiên liệu cấp vào.

- Nhiệt độ và tốc độ dòng hỗn hợp không khí - bột than:

Nếu dòng hỗn hợp không khí và nhiên liệu (gió cấp một) có nhiệt độ thấp thì phản ứng cháy chậm, đòi hỏi thời gian lưu lại trong buồng lửa dài thì hạt nhiên liệu mới kịp cháy hết trước khi ra khỏi buồng lửa. Nếu nhiệt độ gió cấp một cao thì bắt lửa sớm, cháy nhanh, cháy kiệt và thời gian lưu lại trong buồng lửa của nhiên liệu không cần dài quá. Nhưng nếu nhiệt độ gió cấp một cao quá thì lại gây ra hiện cháy sớm ngay từ trong ống cấp gây nguy hiểm.

Khi chân không trong buồng đốt tăng lên làm cho nhiên liệu chưa kịp cháy hết đã bị hút ra ngoài, gây lãng phí nhiên liệu và có thể gây cháy ở phía đuôi lò, gây ảnh hưởng xấu đến các thiết bị ở đây. Khi chân không trong buồng đốt giảm sẽ dẫn tới áp suất lò bị dương, ngọn lửa trong lò phòi ra ngoài làm cháy thiết bị và gây nguy hiểm cho người ở xung quanh lò, đồng thời làm ô nhiễm môi trường và làm giảm hiệu suất của lò.

- Chế độ cấp không khí: Khi tải lò thay đổi tức là yêu cầu về lưu lượng và thông số hơi thay đổi thì yêu cầu về lượng nhiệt sinh hơi cũng thay đổi theo, dẫn tới lượng nhiên liệu cấp và lượng không khí đảm bảo quá trình cháy cũng thay đổi theo. Nhưng trong nhiều trường hợp, sự thay đổi của lượng không khí chưa đáp ứng kịp với lượng thay đổi của nhiên liệu cấp vào buồng đốt, dẫn đến hệ số không khí thừa bị thay đổi. Như đã từng đề cập tới ở trên, hệ số không khí thừa ảnh hưởng rất lớn tới quá trình cháy, vì nó ảnh hưởng đến nhiệt độ trong buồng lửa và độ cháy kinh tế của quá trình cháy. Nhiệt độ trong buồng lửa phụ thuộc vào nhiên liệu đưa và phụ thuộc rất nhiều vào lượng không khí và khả năng tiếp xúc giữa không khí và nhiên liệu.

Các sự cố chính thường gặp ở Nhà máy điện Uông bí:

- Tắc các vòi dẫn nhiên liệu.

- Sự cố gãy cánh quạt khói gió.
- Tắt lửa trong buồng đốt (mắt ngọn lửa)
- Nổ chất cháy trong buồng đốt do thành phần chất cháy đọng lại trên đường khói và thiết bị hút khói.
- Đường ống cấp dầu nhiên liệu trong lò hơi bị vỡ dẫn đến bùng lửa
- Khi áp suất buồng lửa tăng quá giá trị 400mmH₂O hệ thống sẽ tác động ngừng 2 quạt gió chính. Khi áp suất giảm đến giá trị -200mmH₂O hệ thống sẽ tác động ngừng 2 quạt khói chính.

2.3 Hệ điều khiển áp suất buồng lửa nhà máy điện Uông Bí:

2.3.1 Giới thiệu hệ điều khiển áp suất buồng lửa:

Hệ điều khiển áp suất buồng lửa hoạt động ở chế độ tự động của hệ thống điều khiển khói, gió. Hệ thống điều khiển sẽ được xây dựng từ công nghệ của nhà máy nhiệt điện Uông Bí với các thông số thiết bị, sơ đồ điều khiển vận hành thực tế hiện nay.

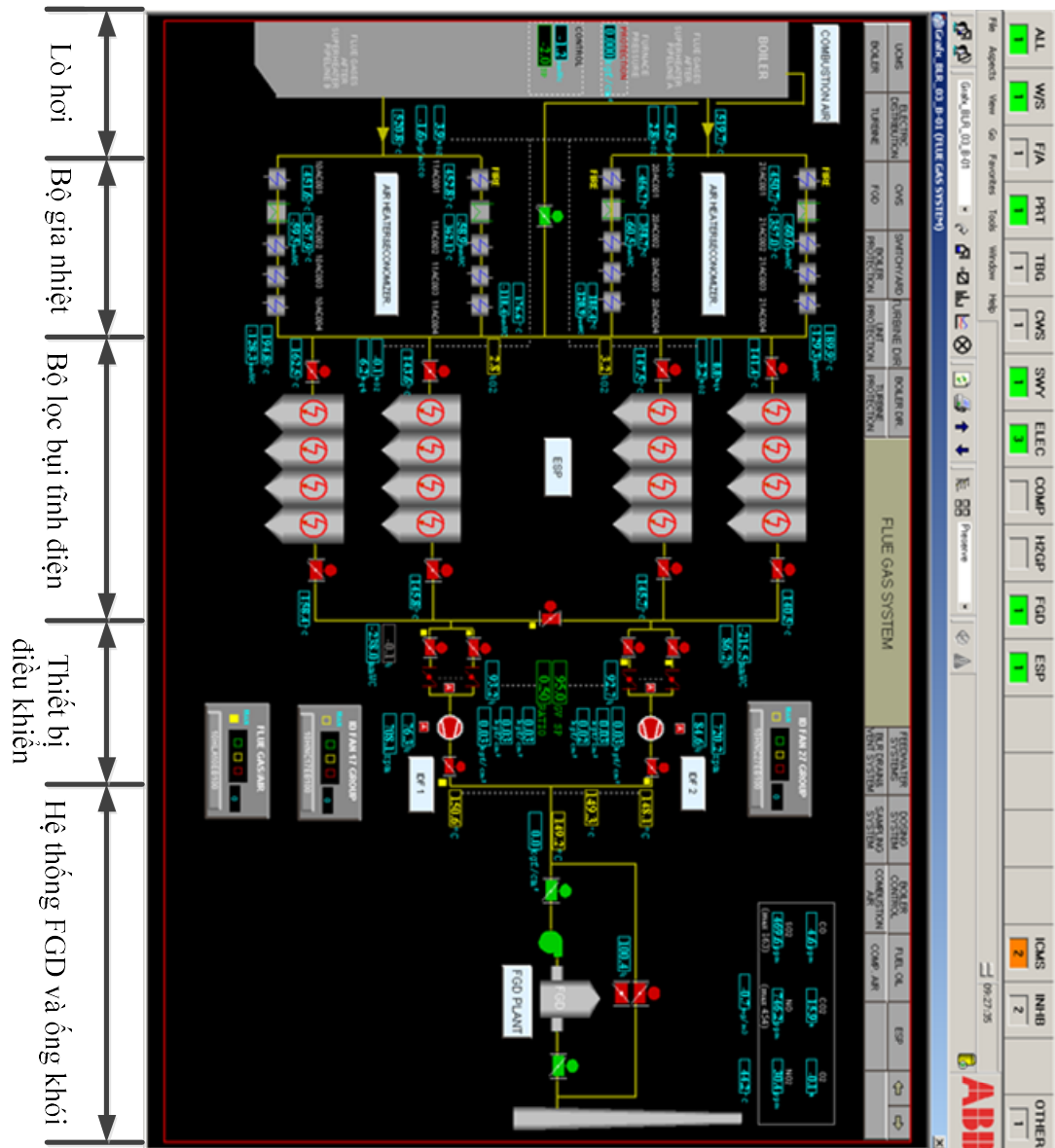
Hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa điều chỉnh giá trị áp suất bằng lưu lượng khói thoát thông qua độ mở Damper đầu vào quạt khói.

Khói thải sau khi ra khỏi lò hơi được chia làm 2 dòng độc lập, đi qua bộ sấy không khói kiểu ống cấp II, qua các tầng của bộ hâm nước và các tầng của bộ sấy không khí cấp I. Mỗi dòng ra khỏi lò hơi được chia làm hai dòng song song đi tới đường khói gió chung phía trước bộ (lọc bụi) tĩnh điện sau đó đi tới bộ khử bụi. Khói thải đi vào quạt khói theo 2 kênh dẫn có lắp đặt các tấm chắn cách ly trên mỗi đường. Trên đường đầu hút của quạt khói có gắn các Damper chặn để điều chỉnh lưu lượng khói thoát, tín hiệu vị trí góc mở damper sẽ được đưa về bộ điều chỉnh áp suất buồng lửa. Khi giá trị áp suất buồng lửa lớn hơn giá trị đặt, bộ điều khiển sẽ tác động để giảm độ mở damper và ngược lại.

2.3.2 Chức năng bộ điều khiển:

Bộ điều khiển được xây dựng theo thuật toán logic, tính toán và điều khiển dưới sự giám sát của hệ thống DCS của nhà máy có chức năng:

- Điều khiển cân bằng các truyền động
- Điều khiển có feedforward
- Có sự liên hệ với các bộ điều khiển khác
- Duy trì áp suất âm lò ở giá trị đặt (-3 mmH₂O).



Hình 2.5: Sơ đồ công nghệ hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa

2.3.3 Hệ thống điều khiển Công ty nhiệt điện Uông Bí:

1. Phương pháp điều khiển:

Quá trình cháy trong buồng lửa tác động trực tiếp đến sự biến động của áp suất, sự thay đổi về lưu lượng khói gió ảnh hưởng tới áp suất buồng lửa.

Điều khiển lưu lượng khói hút ra và lưu lượng gió cấp vào để áp suất âm luôn được giữ cố định, trong đó điều khiển khói thoát giữ vai trò quyết định tới giá trị áp suất chân không buồng đốt. Việc tạo ra ngọn lửa hình W với đỉnh lửa tỏa nhiệt lớn nhất và nâng cao hiệu suất lò.

Điều khiển quạt gió vào Forced Draft Fan phụ thuộc chính vào yêu cầu nhiên liệu, đảm bảo đủ O_2 cho nhiên liệu cháy với hiệu suất cao nhất. Sự thay đổi của lưu lượng gió vào buộc lưu lượng khói hút ra cũng phải thay đổi theo, điều khiển quạt khói hút ID (Induced Draft Fan) để giữ cho áp suất chân không buồng đốt không đổi, đảm bảo cho lò hoạt động ổn định.

Hệ thống điều khiển sẽ bao gồm hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa và hệ thống điều khiển dự báo trước lưu lượng gió vào (feedforward).

2. Hệ thống điều khiển áp suất:

Khi lưu lượng gió vào tăng, ta biết trước được áp suất chân không buồng lửa sẽ giảm và bộ điều chỉnh cũng đưa ra đáp ứng cho quá trình đó, vì vậy tín hiệu lưu lượng gió được cộng thêm vào đầu ra của bộ điều khiển (feedforward), để bù lại một số nhiễu trước khi chúng tác động đến biến được điều khiển, đảm bảo đáp ứng nhanh. Tính toán và thiết lập mô hình đối tượng, các thông số bù động bù tĩnh (yếu tố tác động tới chất lượng của bộ điều khiển).

Để điều khiển đối tượng bảo vệ và tránh sự cố, mỗi một thông số đều sử dụng các tín hiệu từ 3 sensor. Tín hiệu chung (được làm theo trung bình cộng) được tạo ra trong các sensor và được so sánh với các giá trị đặt để điều chỉnh. Giá trị đặt cho bộ điều khiển do người vận hành hoặc do điều chỉnh tự động. Khi các thông số được điều khiển đạt tới giá trị đặt khẩn cấp, sẽ có tín hiệu phản hồi của liên động bảo vệ được tạo ra và kèm theo đó là tín hiệu báo động khẩn cấp. Báo động cảnh báo phản hồi khi thông số được điều khiển đạt giá trị đặt cho phép lớn nhất.

3. Hệ thống điều khiển sớm (hệ thống Feedforward):

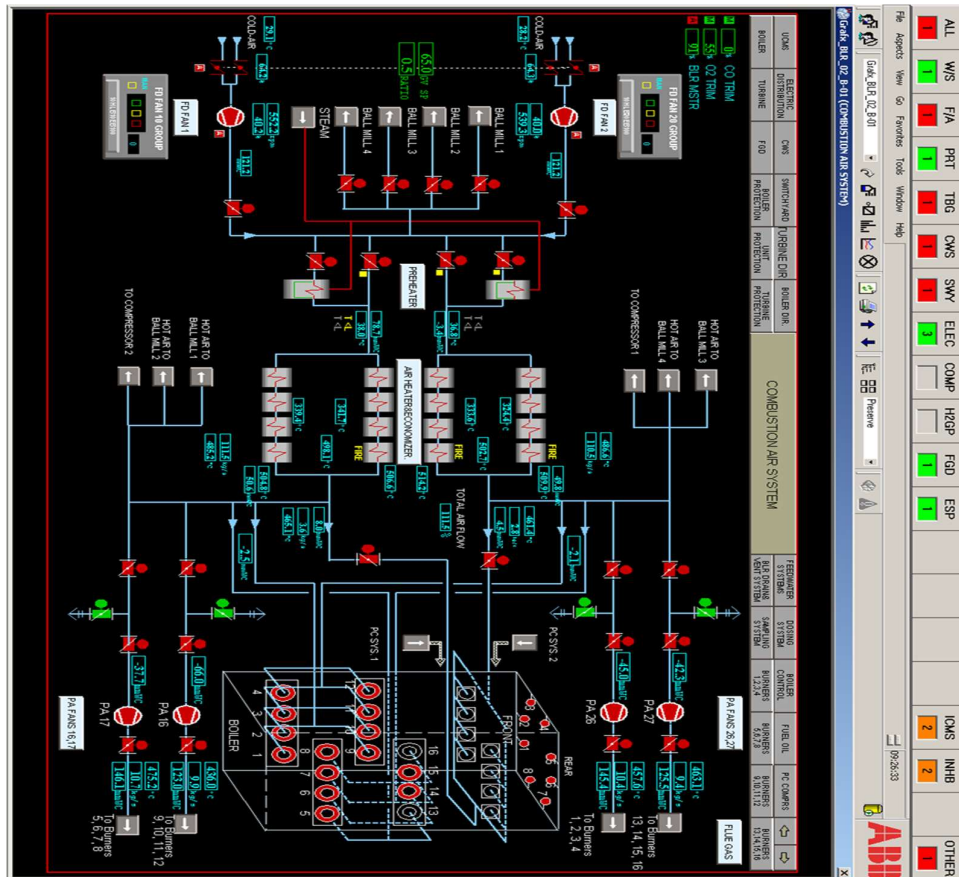
Hệ thống Feedforward là kỹ thuật điều khiển sớm, thiết bị điều khiển sẽ đo sự nhiễu loạn ảnh hưởng đến quá trình và phản ứng lại tương ứng.

Hệ thống Feedforward khử được tác động nhiễu trước khi nó tác động đến quá trình nên cần phải biết được những thông tin về nhiễu:

- Độ lớn của biến nhiễu, nghĩa là biến nhiễu trong trường hợp này phải đo được, biến nhiễu thường gặp nhất là nhiễu nhiệt độ và nhiễu lưu lượng.
- Cách thức mà nhiễu tác động đến quá trình, nghĩa là phải biết được mô hình toán học của nó, điều này sẽ giúp bộ điều khiển thiết lập nên thuật toán điều khiển để khử được nhiễu này.

Bộ điều khiển gió được thiết kế làm hệ thống điều khiển feedforward cho hệ thống điều khiển áp suất buồng đốt. Khi tải tăng hay giảm sẽ làm lượng nhiên liệu yêu cầu tăng giảm tương ứng. Lượng nhiên liệu thay đổi đòi hỏi lưu lượng gió thay đổi theo để cung cấp đủ O_2 đốt cháy nhiên liệu. Lưu lượng gió cấp vào phải đảm bảo những yêu cầu sau:

- a. Nguyên lý làm việc của hệ thống gió:**



31

Việc cung cấp gió cho quá trình cháy được thực hiện thông qua 2 quạt gió chính (FD1, FD2). Gió ngoài trời có nhiệt độ theo mùa khoảng từ 10⁰C – 40⁰C được hút bởi quạt gió FD. Lưu lượng gió có thể được điều chỉnh bởi độ mở cánh hướng hoặc tốc độ quạt. Gió sau quạt được chia làm 2 phần, một lượng gió lớn sẽ qua bộ gia nhiệt không khí, phần còn lại sẽ được dẫn đến máy nghiền làm thành phần cung cấp gió lạnh cho máy nghiền, điều chỉnh nhiệt độ ra của máy nghiền.

Gió sau khi đi qua bộ gia nhiệt không khí kiểu ống sẽ tăng nhiệt độ lên 468⁰C. Gió sau khi được gia nhiệt lại chia thành 2 phần: cung cấp đến 8 vòi đốt phụ và cung cấp tới các quạt gió nóng sơ cấp (PA16, PA17, PA26, PA27), tới các đường dẫn gió cấp 2 đi vào các vòi đốt, tới các máy nghiền, tới các máy nén khí của hệ thống vận chuyển than bột nồng độ cao.

b. Hệ thống điều khiển gió vào lò

- *Đại lượng điều khiển:* Dòng lưu thông gió vào và khói cháy.
- *Đối tượng điều khiển:* Tốc độ quạt FD và van cánh hướng (damper) lưu lượng gió.
- *Giá trị đầu vào:* Lượng nhiên liệu, lưu lượng gió

Các bộ điều khiển có trong hệ thống:

- 10HLB90DF901: Mạch vòng điều khiển lưu lượng gió vào
- 10HLB10DG002, 10HLB20DG002: Mạch vòng điều khiển vị trí cánh hướng damper
- 10HLB90DG901: Điều khiển vị trí độ mở damper trước quạt
- 10HLB10DS001, 10HLB20DS001: Điều khiển tốc độ quạt gió
- 10HNA90DQ901, 10HNA90DQ902: Điều khiển nồng độ Oxi, CO trong khói.

Các bộ điều khiển có trong hệ thống:

- 10HNA90DQ901, 10HNA90DQ902: Điều chỉnh lưu lượng gió theo lưu lượng O₂ và CO trong khói.
- 10HLB90DF901: Điều khiển lưu lượng gió vào
- 10HLB10DG002, 10HLB20DG002 Hệ thống điều khiển damper gió.
- 10HLB10DS001, 10HLB20DS001: Điều khiển tốc độ quạt gió.
- 10HBK10DP001, 10HNA90DG901 Điều khiển damper khói ra

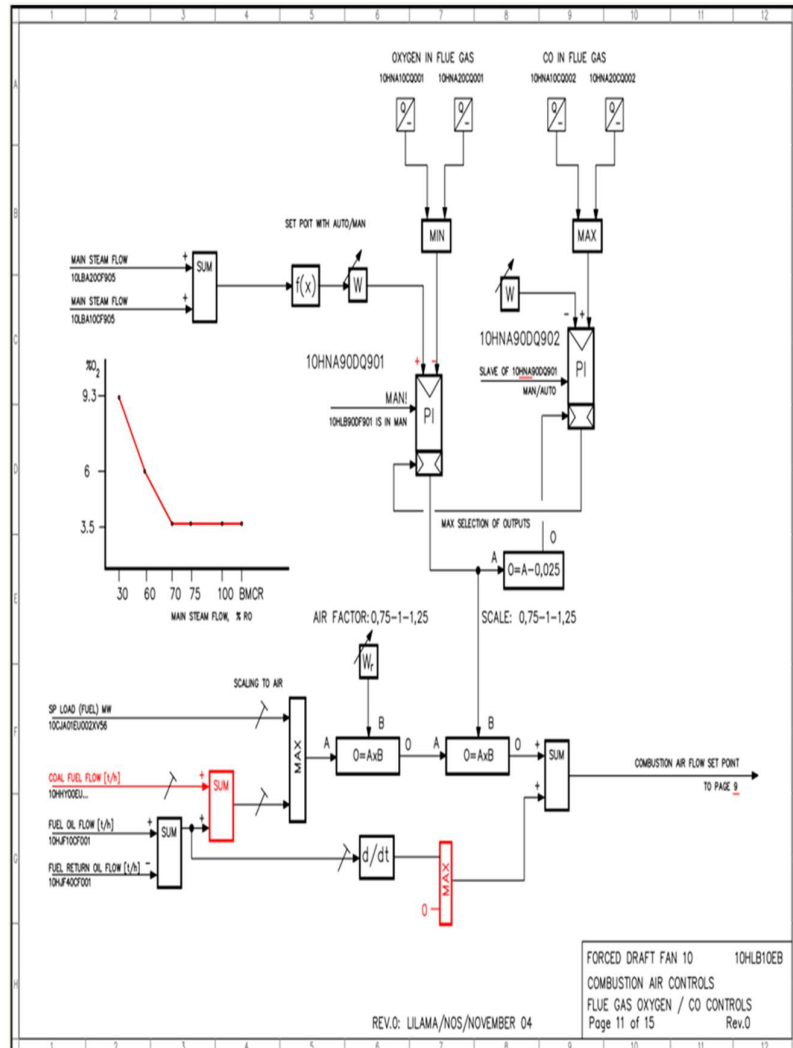
Các bộ điều khiển có trong hệ thống:

- 10HNA90DQ901, 10HNA90DQ902: Mạch vòng điều chỉnh lưu lượng gió theo lưu lượng O₂ và CO trong khói.
- 10HLB90DF901: Mạch vòng điều khiển lưu lượng gió vào
- 10HLB10DG002, 10HLB20DG002 Hệ thống điều khiển damper gió.
- 10HLB10DS001, 10HLB20DS001: Điều khiển tốc độ quạt gió.
- 10HBK10DP001, 10HNA90DG901 Điều khiển damper đầu gió ra (khói)

• **Mạch vòng điều chỉnh lưu lượng gió theo nồng độ O₂ và CO trong khói**

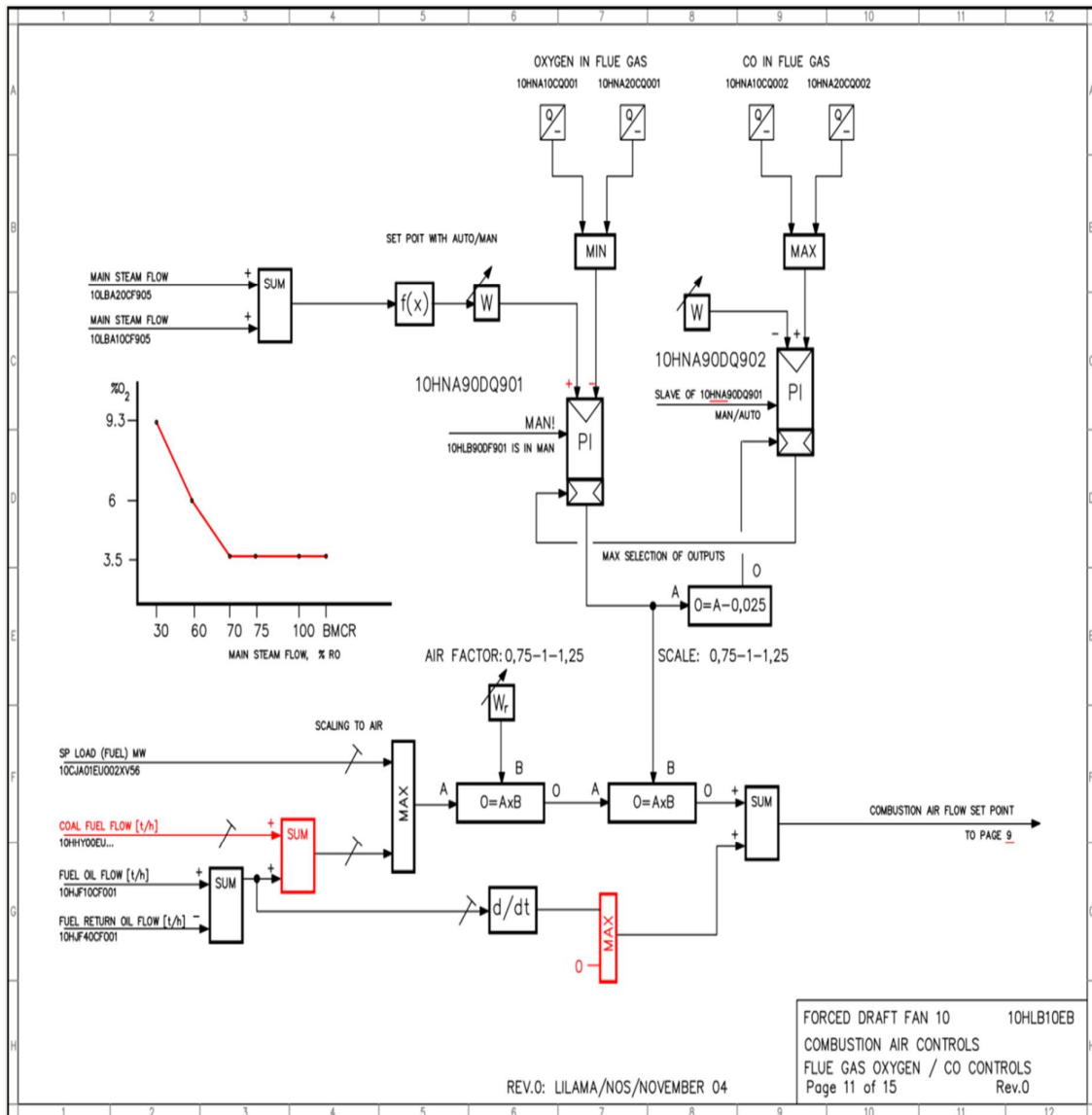
Nồng độ Oxi trong khói được đo bằng các cảm biến và lấy giá trị Min giữa các cảm biến đi vào bộ điều khiển nồng độ oxi, giá trị đặt cho bộ điều khiển Oxi được đặt bằng tay hoặc dựa trên tín hiệu từ bộ điều khiển chính lò hơi. Nồng độ CO trong khói lại được lấy giá trị lớn nhất giữa các giá trị đo để đưa vào bộ điều khiển CO, giá trị đặt của nồng độ CO được đặt theo quy trình công nghệ.

Đầu ra của 2 bộ điều khiển Oxi và CO tác động tương hỗ với nhau theo tỉ lệ đi. Đồng thời đầu ra của bộ điều khiển Oxi, cùng với các tín hiệu từ hệ số không khí thừa, công suất tổ máy, lưu lượng than, dầu được đi vào bộ nhận và sau đó được gửi tới bộ điều khiển lưu lượng gió vào lò 10HLB90DF901.



Hình 2.7: Cấu trúc điều chỉnh lưu lượng gió theo lưu lượng O₂ và CO trong khói

- Cấu trúc hệ thống điều khiển damper gió

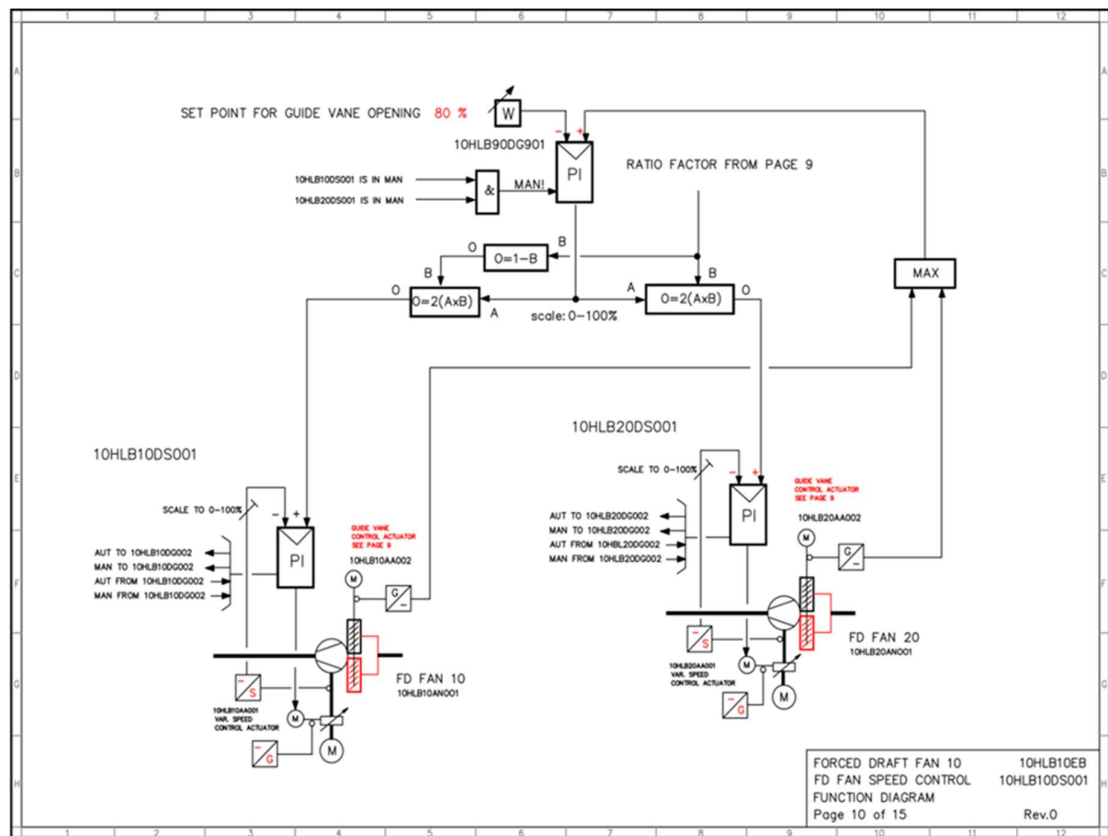


Hình 2.8: Cấu trúc hệ thống điều khiển damper gió

Bộ điều khiển lưu lượng gió vào lò 10HLB90DF901 lấy tín hiệu lớn nhất từ bộ tổng hợp nồng độ Oxi, CO và switch cài đặt giá trị lưu lượng không khí cấp, lấy tín hiệu âm từ bộ tổng lưu lượng gió vào lò.

Đầu ra của bộ điều khiển và giá trị đặt cân bằng đi vào các bộ trừ và bộ nhân để đảm bảo tín hiệu đi đến các bộ điều khiển vị trí cánh hướng 10HLB10DG002, 10HLB20DG002 là bằng nhau.

- Cấu trúc điều khiển quạt gió



Hình 2.9: Sơ đồ cấu trúc điều chỉnh quạt gió

Đầu vào của bộ điều khiển vị trí mở cánh hướng damper gắn với quạt 10HLB90DG901 lấy tín hiệu dương từ sensor phản hồi vị trí và tín hiệu âm từ giá trị đặt, đầu ra của bộ điều khiển gửi tới bộ điều khiển tốc độ quạt gió.

c. Hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa theo lượng khói:

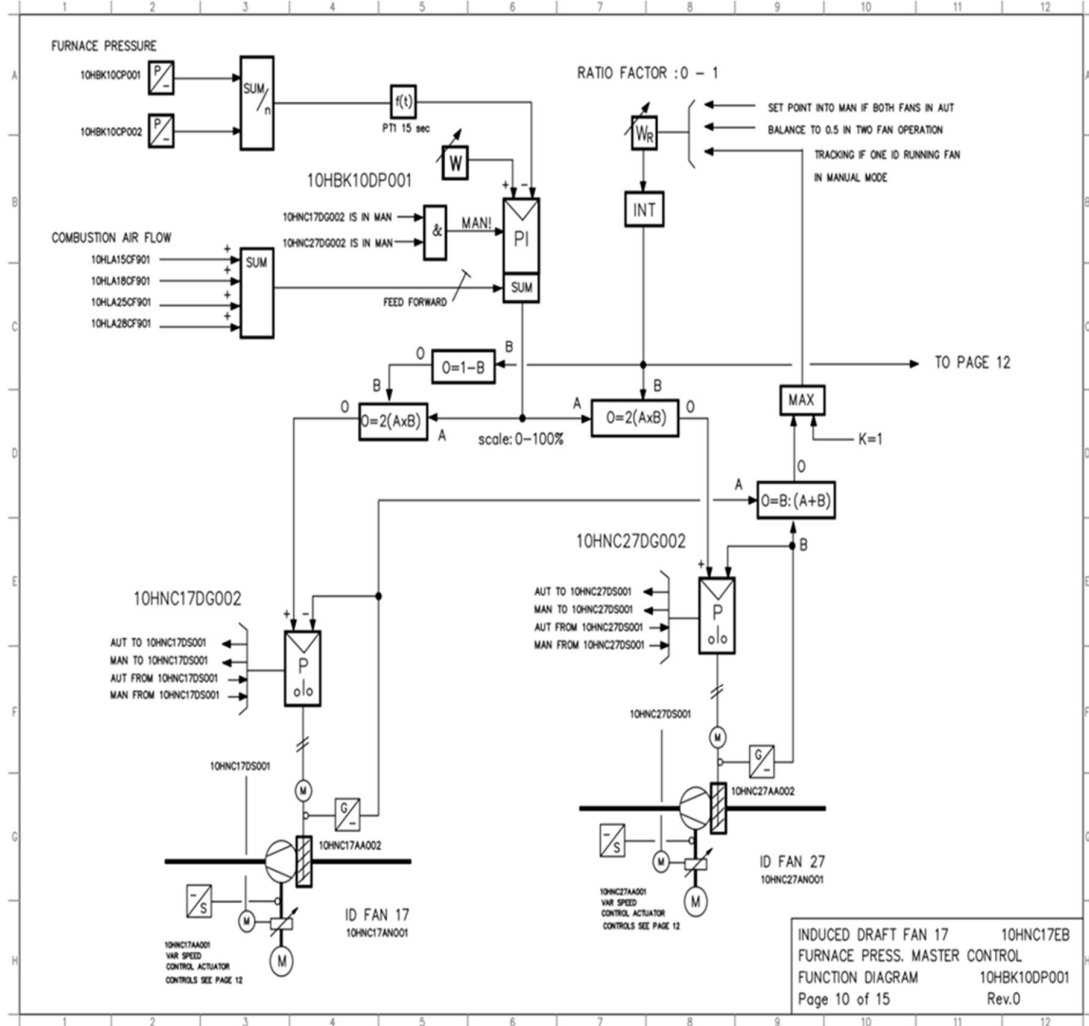
- Đại lượng điều khiển: Lưu lượng khói thoát ra và lưu lượng gió cấp vào để áp suất âm (chân không buồng đốt) luôn giữ cố định trong lò.
- Đối tượng điều khiển: Tốc độ quạt ID và van cánh hướng (damper) điều chỉnh lưu lượng khói và phối hợp với quạt gió FD.
- Giá trị đầu vào: Áp suất buồng đốt, lưu lượng gió cấp vào.

Thiết bị điều khiển trong hệ thống:

- 10HNC27DG002, 10HNC17DG002: Bộ điều chỉnh vị trí van cánh hướng quạt khói 17 và 27
- 10HNC27DS001, 10HNC17DS001: Bộ điều chỉnh tốc độ quạt khói 17 và quạt 27
- 10HBK10DP001: Bộ điều khiển Damper đầu vào quạt khói

- 10HNC90DG901: Bộ điều chỉnh tốc độ quạt hút khói

Mạch vòng điều khiển damper đầu gió ra (khói)



Hình 2.10: Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển damper khói

Lưu lượng khói thoát được điều chỉnh bởi độ mở của Damper điều khiển tại đầu vào của quạt khói, độ mở này nhằm mục đích điều khiển áp suất buồng lửa tại phần trên của buồng đốt.

Bộ điều khiển Damper đầu vào quạt khói 10HBK10DP001: tín hiệu đầu vào được lấy từ sensor đo áp lực buồng đốt 10HBK10CP001,002 và tín hiệu đặt W. Tín hiệu báo trước (feedforward) được lấy từ 4 transmitter đo lưu lượng gió vào buồng đốt 10HLA15CF901, 10HLA28CF901, 10HLA55CF901, 10HLA18CF901. Bộ điều chỉnh này có hệ số tỉ lệ ở chế độ vận hành bình thường là 0,5 (sau khi quạt gió cấp 2 vận hành)

Bộ điều khiển tốc độ quạt khói 10HNA90DG901 bằng cách điều chỉnh khớp nổi thủy lực giữa động cơ và quạt khói với tín hiệu đầu vào là độ mở của Damper trước quạt khói và điểm đặt là 70%, hệ số tỉ lệ là 0,5 ở chế độ vận hành bình thường.

Hai bộ điều chỉnh này được đưa vào và ngắt ra đồng thời.

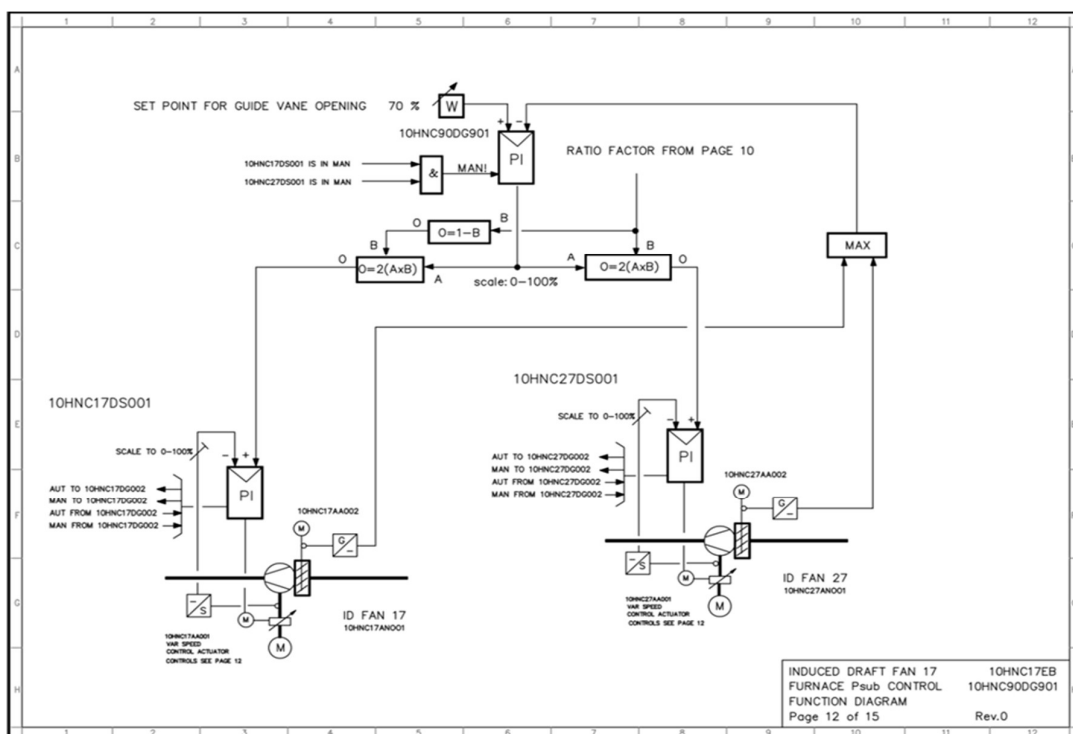
Tín hiệu đo từ các sensor áp suất tại buồng lửa được lấy giá trị trung bình hoặc giá trị của một trong hai (nếu tín hiệu còn lại bị sự cố) được đưa phản hồi về bộ điều khiển PI. Giá trị đặt của hệ thống có thể do người vận hành thiết lập hoặc được đặt theo thông số hoạt động của hệ thống. Áp suất buồng lửa của Công ty là:

$$P_{sp} = -3 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Giá trị đầu ra của bộ điều khiển áp suất PI được cộng thêm giá trị feedforward từ bộ điều khiển lưu lượng gió cấp vào buồng đốt.

Tín hiệu này được làm giá trị đặt cho bộ điều khiển góc mở van điều tiết quạt khói.

Bộ điều khiển Damper sử dụng quy luật tỷ lệ (P). Tín hiệu ra của bộ điều khiển đưa vào cơ cấu truyền động để đóng mở van.



Hình 2.11: Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển tốc độ quạt gió

Sensor vị trí van truyền tín hiệu sai lệch trở lại bộ điều khiển để tiếp tục điều chỉnh góc van.

Giá trị đặt cho góc mở van là 70% ở giá trị tải định mức.

Khi giá trị phản hồi góc mở van lớn hơn 70% thì hệ thống sẽ tác động tín hiệu điều khiển tới hệ thống khớp nối thủy lực, điều chỉnh để tăng tốc độ quay của quạt làm tăng lưu lượng khói thoát, lúc này áp suất buồng lửa sẽ giảm, bộ điều khiển lại điều chỉnh giảm góc mở van theo lưu lượng khói thoát ra để tăng áp suất buồng đốt tới giá trị định mức.

2.4 THIẾT BỊ SỬ DỤNG TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

2.4.1 Van điều tiết (Damper)

Động cơ điều khiển van gió Dampe điều tiết, điều khiển việc mở cửa và đóng cửa của một van điều tiết (van gió). Việc mở van gió cho phép không khí từ bên ngoài một buồng lửa để không khí đi vào, để làm mát bên trong buồng lửa, hoặc nó có thể đóng van gió lại để chứa không khí bên trong. Động cơ điều khiển van gió Dampe được các nhà sản xuất thiết kế với cả điều khiển bằng điện và khí nén. Động cơ điều khiển van gió được thực hiện theo dạng lò xo phản hồi, quay và các biến thể tuyến tính. Loại động cơ điều khiển van gió được sử dụng phụ thuộc vào loại và cấu hình của hệ thống

Nếu nhiệt độ bên ngoài là phù hợp, thì việc tận dụng không khí bên ngoài sẽ góp phần cải thiện chi phí-hiệu quả và làm giảm áp lực lên hệ thống cơ khí tổng thể. Không khí mà được làm mát trong hệ thống sẽ đi vào buồng lửa, và các động cơ điều khiển van gió cũng có thể đẩy không khí nóng ra ngoài khi mà không khí bên trong được làm mát. Ngoài ra, các thiết kế hệ thống này cũng ngày càng quan tâm tới thiết kế hệ thống an toàn chặn lửa hút khói, do đó đã sử dụng và lắp đặt nhiều động cơ van chặn lửa hút khói.

Lưu lượng gió vào đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo sự biến đổi từ nhiên liệu thành nhiệt năng theo yêu cầu. Đại lượng cần điều khiển là lưu lượng gió vào và khói ra, để thực hiện hệ thống thường điều chỉnh tốc độ quạt và van điều tiết (damper) điều chỉnh lưu lượng gió và khói.

2.4.2 Quạt ly tâm

Khi điều khiển van cánh hướng thông thường tốc độ quạt được giữ là hằng số. Giả sử lò hoạt động đầy tải (100%), lưu lượng gió cần thiết là 60.000 cfm, công suất quạt là 87 mã lực, tốc độ quạt là 1160 vòng/phút. Khi tải lò giảm đi 17%, lưu lượng

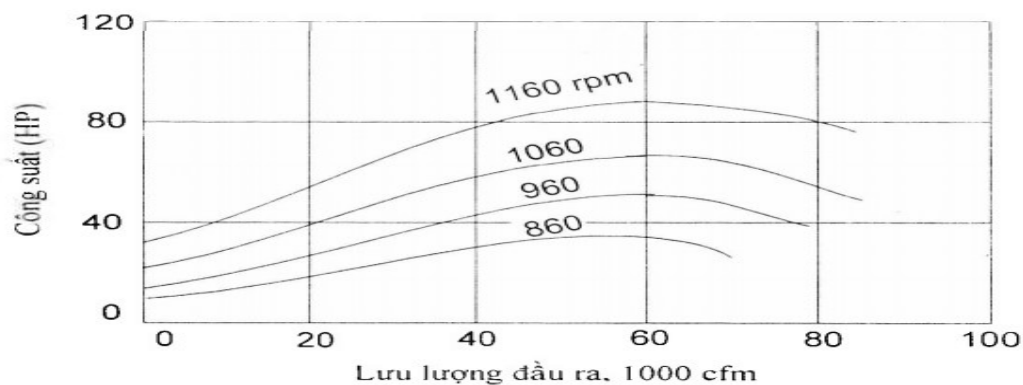
gió cần thiết là 50.000 cfm (1.415,8 nrVphút) mà tốc độ quạt vẫn giữ nguyên, thì công suất quạt lúc này là xấp xỉ 85 mã lực, công suất chỉ giảm đi khoảng 2,3%. Mặt khác, nếu điều khiển giảm tốc độ quạt xuống còn 960 vòng/phút và giữ nguyên độ mở cánh hướng thì công suất quạt lúc này chỉ cần 48 mã lực. Như vậy với cùng lượng tải giảm đi, thì công suất nếu điều khiển lưu lượng gió bằng điều khiển tốc độ quạt sẽ tiết kiệm được 45%. Rõ ràng, phương pháp điều khiển lưu lượng gió vào bằng điều khiển tốc độ quạt hút rất có lợi về mặt năng lượng. Quan hệ giữa lưu lượng gió và công suất quạt là những đường cong được biểu diễn trên

Một số quy luật liên quan tới tốc độ quạt:

- Lưu lượng gió tỉ lệ với tốc độ quạt
- Áp suất lượng gió tỉ lệ với bình phương tốc độ quạt.
- Công suất quạt gió yêu cầu tỉ lệ với lập phương tốc độ quạt.

Điều khiển tốc độ quạt gió có thể tối ưu hoá công suất yêu cầu của quạt, hiệu suất làm việc của quạt sẽ cao hơn.

Tuy nhiên, khi tốc độ quạt giảm xuống còn 1/3 tốc độ định mức thì áp lực quạt tạo ra để hút gió lại giảm rất nhanh. Điều này mặc dù không ảnh hưởng tới độ chính xác tốc độ nhưng lại làm ảnh hưởng tới động lực học điều khiển dòng khí dẫn tới lưu lượng khí giảm nhanh, không đáp ứng được yêu cầu Oxy của quá trình cháy. Vì vậy, tốc độ quạt hút được thiết kế với phạm vi điều chỉnh chỉ là 2:1, tốc độ luôn được giữ lớn hơn 50% tốc độ định mức. Như vậy, điều khiển dòng lưu lượng gió vào bằng điều chỉnh tốc độ quạt rất hiệu quả về mặt kinh tế nhưng phạm vi điều khiển hẹp, nên hoạt động ngoài phạm vi (liều khiển thì không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Khi đó phải khắc phục bằng cách phối hợp cùng với điều khiển độ mở van.



Hình 2.12: Đặc tính đường cong của tốc độ quạt

Để đảm bảo được sự lưu thông khói gió cần thiết trong điều khiển quạt gió cần chú ý những quy tắc sau:

- Hoạt động của quạt ở tốc độ thấp nhất phải phù hợp với yêu cầu điều khiển.
- Điều khiển các van hoạt động càng mở gần nhau càng tốt trong hệ thống nhiều van.

Tuy nhiên vấn đề điều khiển tốc độ quạt là phức tạp hơn rất nhiều so với điều khiển vị trí cánh hướng của quạt. Các lò hơi công suất trung bình và lớn với các yêu cầu điều khiển cao hiện nay đều kết hợp đồng thời cả điều chỉnh tốc độ quạt và điều chỉnh vị trí van cánh hướng

2.5 KẾT LUẬN:

Như vậy qua tìm hiểu về hệ thống điều khiển áp suất trong buồng lửa nhà máy nhiệt điện Ung Bí. Luận văn có một số kết luận như sau:

1. Chức năng vòng điều khiển: Các vòng điều khiển sẽ duy trì áp suất cháy trong giới hạn làm việc. Trong thực tế, nhà máy sử dụng điều khiển cả van và quạt gió, tuy nhiên hệ thống điều khiển 2 cấp van và quạt rất phức tạp cần nhiều thời gian để tính toán các yếu tố tác động nên phạm vi luận văn chỉ *điều khiển góc mở van cánh hướng* và công suất quạt được đặt ở 50% công suất định mức.

2. Phương pháp vận hành: Khí cháy được hút từ đỉnh của lò và đi qua bộ phận quá nhiệt trước khi đi tới đường dẫn khói của lò hơi. Khói cháy tiếp tục được tái kết hợp trước khi đi tới khâu lọc bụi tĩnh điện rồi được xả ra ngoài qua ống khói.

3. Tính chất vòng điều khiển: Vòng điều khiển áp suất chân không buồng đốt là vòng điều khiển tác động nhanh và kết hợp với vòng điều khiển lưu lượng gió tạo ra tín hiệu bù bù trước (feedforward) theo lưu lượng gió. Vòng điều khiển phải giữ cho áp suất nhanh chóng quay về giá trị âm ổn định trước khi thay đổi quá nhiều. Tín hiệu bù lưu lượng gió tạo ra được bộ điều khiển có thể giảm giá trị khuếch đại và tích phân do vậy để giảm được ảnh hưởng của nhiễu.

Định hướng nghiên cứu: Từ kết quả phân tích ở chương 2, trong chương 3 sẽ thực hiện các nội dung chính như sau:

- Tính toán thông số hệ điều khiển áp suất buồng lửa, gió, khói lò hơi nhà máy nhiệt điện Ung Bí.

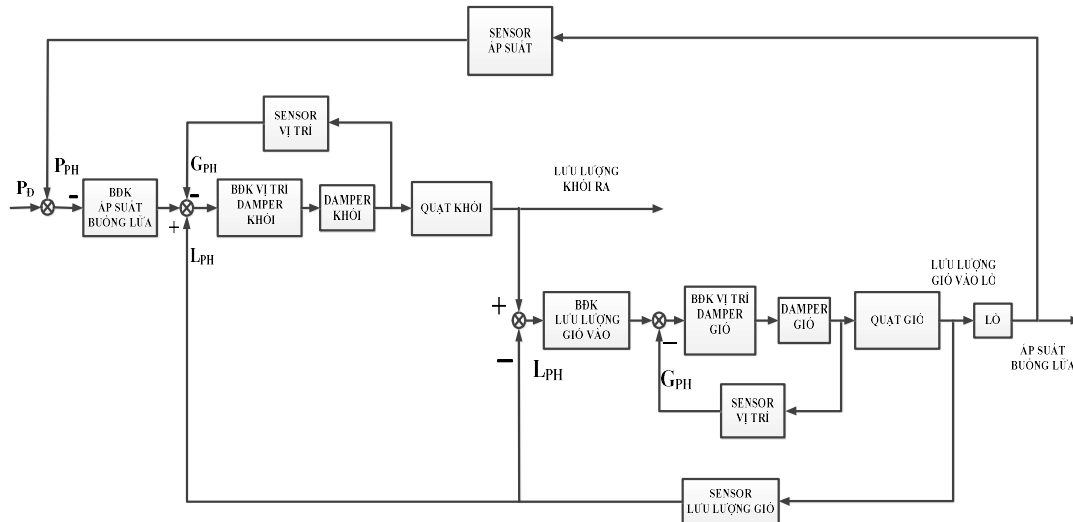
- Mô hình hoá, mô phỏng và đánh giá chất lượng hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa nhà máy điện Uông Bí.
- Áp dụng điều khiển mờ nâng cao chất lượng điều khiển áp suất buồng lửa lò hơi nhà máy điện Uông Bí.

CHƯƠNG 3: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN ÁP SUẤT BUỒNG LỬA Lò HƠI CÔNG TY NHIỆT ĐIỆN UÔNG BÍ.

Điều khiển lưu lượng khói có vai trò hết sức quan trọng trong việc duy trì áp suất âm của buồng đốt. Đầu vào lò là lượng gió từ quạt hút gió (FD), được đưa vào để tạo O_2 cho quá trình cháy trong lò. Khói được đưa ra khỏi lò nhờ quạt hút ID dựa trên nguyên tắc luôn duy trì áp suất âm của buồng đốt, điều đó để đảm bảo cho sự cháy của nhiên liệu và an toàn cho người và thiết bị, đồng thời tạo ra ngọn lửa có hình W với đỉnh ngọn lửa tỏa nhiệt lớn nhất qua đó sẽ tăng hiệu suất lò.

3.1. Cấu trúc điều khiển áp suất buồng lửa công ty nhiệt điện Uông Bí

Từ sơ đồ điều khiển theo công nghệ của nhà máy ở chương 2, ta xây dựng được sơ đồ hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa như sau:



Hình 3.1: Sơ đồ hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa

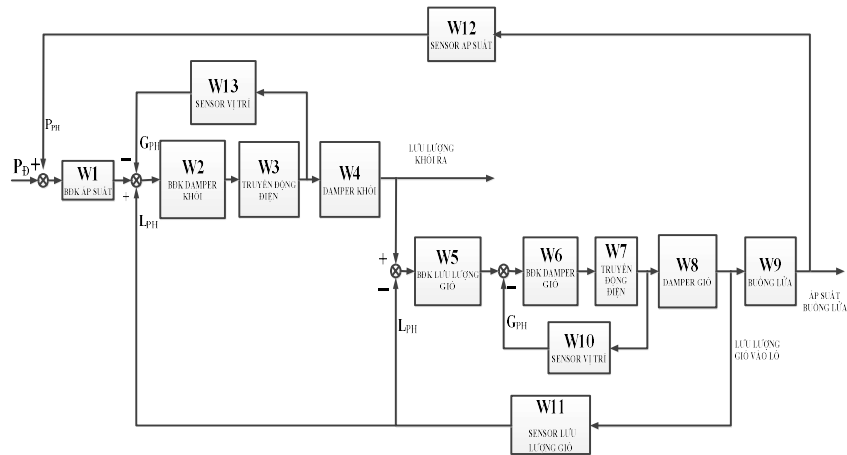
Áp suất lò được điều chỉnh để ổn định quanh giá trị đặt ($-3\text{mmH}_2\text{O}$), tín hiệu áp suất thực đo được trong lò là tín hiệu phản hồi về để so sánh với giá trị áp suất đặt. Khi có sai lệch so với giá trị đặt, tín hiệu sai lệch này được đưa vào bộ điều khiển dùng luật điều khiển vị trí Damper khói. Đầu ra bộ điều khiển sẽ đi điều khiển cánh hướng quạt hút khói để điều chỉnh lưu lượng khói thoát ra, đưa áp suất về giá trị đặt. Trong chiến lược điều khiển sử dụng mạch vòng đơn rất khó để điều chỉnh để đạt được áp suất ổn định khi tải thay đổi.

Như đã phân tích thì áp suất chân không buồng đốt được điều chỉnh nhờ lưu lượng khói thoát ra tương ứng với lưu lượng gió vào. Như vậy điều khiển quạt hút

có liên quan mật thiết với điều khiển quạt để đảm bảo chân không buồng đốt. Khi tải lò thay đổi thì tín hiệu yêu cầu thay đổi lưu lượng gió tương ứng điều khiển trực tiếp quạt gió FD, lưu lượng gió cấp vào đáp ứng nhu cầu tải. Sự thay đổi lưu lượng gió vào đóng vai trò như một tín hiệu nhiễu đối với hệ thống điều khiển quạt ID. Để áp suất chân không buồng đốt không đổi khi phụ tải thay đổi thì cần có tín hiệu bù trước lưu lượng gió (**feedforward – L_{PH}**) cho bộ điều khiển quạt ID. Sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển biến đổi như trên hình 3.1. Trong phương pháp này các thời gian trễ giữa điều khiển quạt gió và quạt hút khói sẽ bị loại bỏ. Chính vì thế, chất lượng điều khiển của mạch vòng điều khiển bù lưu lượng gió tốt hơn nhiều, áp suất giữ ổn định hơn so với điều khiển sử dụng mạch vòng đơn.

Trong thực tế, nhà máy sử dụng điều khiển cả van và quạt gió, tuy nhiên hệ thống điều khiển 2 cấp van và quạt rất phức tạp cần nhiều thời gian để tính toán các yếu tố tác động nên phạm vi luận văn chỉ điều khiển ở cấp 1 là điều khiển góc mở van cánh hướng và công suất quạt được đặt ở 50% công suất định mức

Từ sơ đồ đã xây dựng được như trên, ta sẽ xác định hàm truyền từng phần tử trong hệ thống



Hình 3.2: Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa

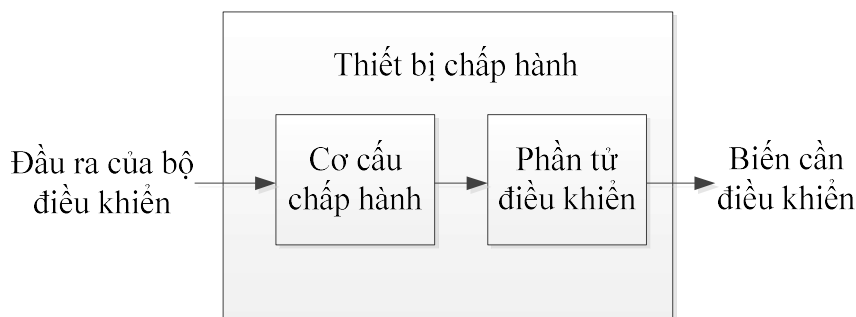
3.2. Hàm truyền các thành phần của hệ thống

3.2.1. Thiết bị chấp hành

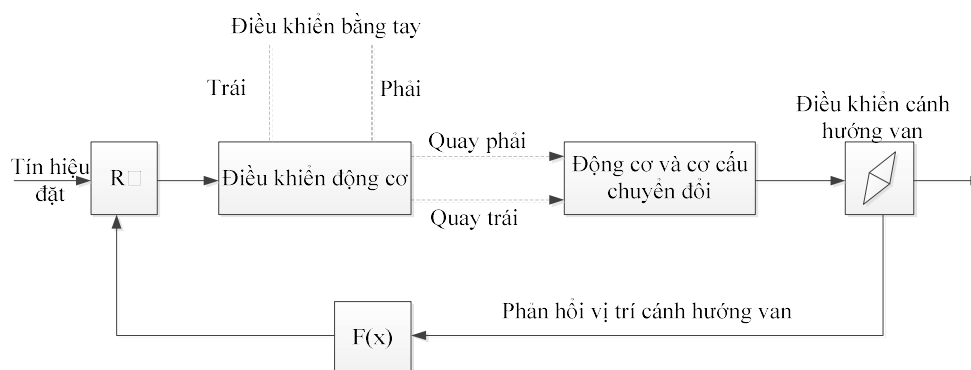
Hệ thống khói và gió đều có các thiết bị chấp hành là Van điều tiết trước quạt ly tâm

a. Cấu trúc

Cơ cấu chấp hành van chấp hành có sơ đồ cấu trúc như sau:



Hình 3.3: Cấu trúc thiết bị chấp hành



Hình 3.4: Sơ đồ khối điều khiển cánh hướng van

Cơ cấu truyền động của van là một động cơ một chiều với công suất 57,6VA và điện áp vào là 24V, có thể điều khiển bằng tay hoặc bằng tín hiệu điện áp điều khiển từ 0÷10 V từ bộ điều khiển.



Hình 3.5: Sơ đồ khối điều khiển của Damper

b. Khâu truyền động điện W3, W7

Là một động cơ có đảo chiều với tín hiệu đầu vào là điện áp điều khiển, đầu ra là tốc độ quay

Khâu truyền động điện của cả van quạt khói và van quạt khói là giống nhau

Hàm truyền có dạng:

$$w_{TĐĐ}(s) = \frac{k_{TĐĐ}}{T_1 T_2 s^2 + T_2 s + 1} \quad (3.1)$$

Giải thích:

$k_{TĐĐ}$ là hệ số khuếch đại của động cơ

$$k_{TĐĐ} = \frac{\Delta\omega_{max}}{\Delta U_{max}} = \frac{1000/60}{10} = 1,67 \quad (3.2)$$

T_1 là hằng số điện từ:

$$T_1 = T_{dt} = \frac{L}{R} = \frac{1}{1000} = 0,001 \quad (3.3)$$

T_2 là hằng số điện cơ

$$T_2 = T_c = \frac{R_w J}{(Km)^2} = \frac{1000 \cdot 1,8 \cdot 10^{-6}}{0,2^2} = 0,03 \quad (3.4)$$

Khâu truyền động điện:

$$W_{TĐĐ} = \frac{1,67}{3 \cdot 10^{-5} s^2 + 0,03s + 1} \quad (3.5)$$

Vì tích của $T_1 T_2 \ll 0$ nên ta xấp xỉ khâu truyền động điện về khâu quán tính bậc nhất như công thức (3.6):

$$W_{TĐĐ}(s) = \frac{1,67}{0,03s + 1} \quad (3.6)$$

- **Cơ cấu chuyển đổi**

Do tín hiệu vào của van là vận góc mà tín hiệu ra của khâu truyền động điện lại là tốc độ quay trục nên sẽ có cơ cấu chuyển đổi với hàm truyền là 1 khâu tích phân

$$W_{cd}(s) = \frac{1}{s} \quad (3.7)$$

$$W_3(s) * W_{cd} = W_7(s) * W_{cd} = W_{TĐĐ}(s) \cdot W_{cd}(s) = \frac{1,67}{0,03s + 1} \cdot \frac{1}{s} \quad (3.8)$$

c. Hàm truyền đạt của van điều khiển

Van được định tính tốt thì quan hệ giữa lưu lượng khối ra và độ mở van có thể coi là tuyến tính. Van điều khiển có thể coi là 1 khâu quán tính bậc một có hàm truyền gần đúng như sau:

$$G_v(s) = \frac{K_v}{1+T_v s} \quad (3.9)$$

Trong đó:

K_v là hệ số khuếch đại van

T_v là thời gian trễ của van điều khiển

- ***Van gió:***

Khi van mở từ 5÷80% thì lưu lượng gió qua van thay đổi từ 0÷12 (kg/s) khoảng thời gian mở van là 10s. Suy ra hệ số truyền liên hệ giữ lưu lượng van và độ mở van là:

$$K_v = \frac{Q_{max}}{\Delta\% van} = \frac{12}{80-5} \approx 0,16 \left[\frac{kg/s}{\%độ mở} \right] \quad (3.10)$$

Thời gian trễ của van:

$$T_v = \frac{1}{5} T_{mở} = \frac{10}{5} = 2 \text{ (s)} \quad (3.11)$$

Hàm truyền của van gió điều khiển gió:

$$W_8 = W_{van\text{ gió}}(s) = \frac{0,16}{1+2s} \quad (3.12)$$

- ***Van khối***

Khi van mở từ 5÷70% thì lưu lượng gió qua van thay đổi từ 0÷12 (kg/s) khoảng thời gian mở van là 10s. Suy ra hệ số truyền liên hệ giữ lưu lượng van và độ mở van là:

$$K_v = \frac{Q_{max}}{\Delta\% van} = \frac{12}{70-5} \approx 0,18 \left[\frac{kg/s}{\%độ mở} \right] \quad (3.13)$$

Thời gian trễ của van:

$$T_v = \frac{1}{5} T_{mở} = \frac{10}{5} = 2 \text{ (s)} \quad (3.14)$$

Hàm truyền của van gió điều khiển khối:

$$W_4 = W_{van\text{ khối}}(s) = \frac{0,18}{1+2s} \quad (3.15)$$

3.2.2. Buồng lửa

Đối với các đối tượng không có khả năng tự cân bằng thì hàm truyền có dạng gần đúng:

$$W_{dt}(s) = \frac{K_{bl}.e^{-\tau s}}{1+T_{bl}s} \quad (3.16)$$

Trong đó:

K_{bl} : là hệ số khuếch đại buồng đốt của lò

T_{bl} : hằng số thời gian buồng đốt của lò

$\tau = 8$ (s);

Thời gian trễ của lò là $T_{m\ddot{o}} = 120s \Rightarrow T_{bl} = \frac{1}{5} T_{m\ddot{o}} = 24$

$$K = \frac{\text{Áp suất buồng lửa}}{\text{Lưu lượng gió vào lò}} = \frac{-3}{200} = -0.015 \quad (3.17)$$

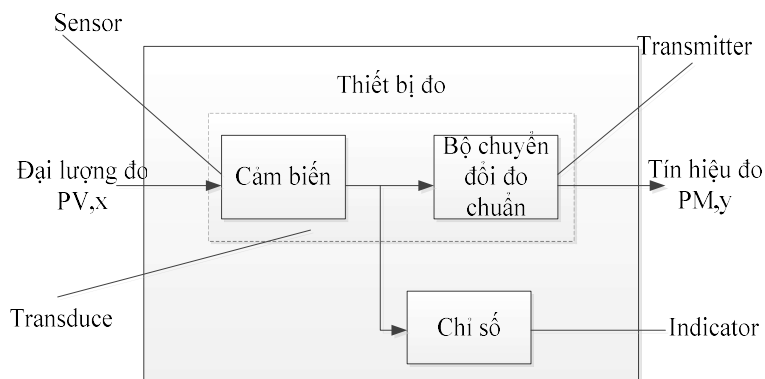
Hàm truyền buồng lửa theo áp suất:

$$W_9 = W_{bl}(s) = \frac{-0.015.e^{-8s}}{1+24s} \quad (3.18)$$

3.2.3 Thiết bị đo

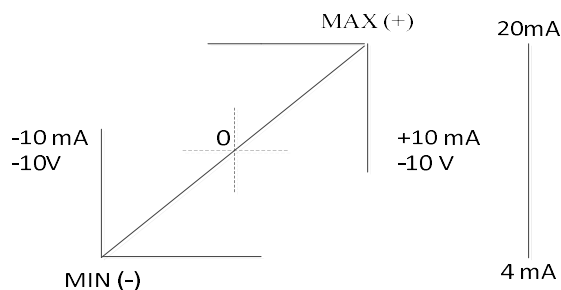
a. Cấu trúc

Nhiệm vụ thiết bị đo là đo lường các thông số công nghệ của các thiết bị công nghệ và tín hiệu đầu ra là tín hiệu được chuẩn hoá.



Hình 3.6: Cấu trúc cơ bản của thiết bị đo trong hệ điều khiển

b. Đặc tính động



Hình 3.7: Đặc tính động của hàm truyền cảm biến

Đặc tính của các khâu cảm biến là sự biến đổi tuyến tính giữa tín hiệu đầu vào và tín hiệu đầu ra

c. Cảm biến áp suất

Đầu vào là tín hiệu đo áp suất từ buồng lửa, đầu ra là tín hiệu dòng điện 4÷20mA

Với áp suất buồng lửa đặt là -3 mmH₂O => sẽ được đặt là mức 0

Khi áp suất tăng đến +125 mmH₂O so với mức 0 thì tín hiệu ra là 4 mA

Khi áp suất giảm đến -125 mmH₂O so với mức 0 thì tín hiệu ra là 20mA

Khâu phản hồi cảm biến áp suất là 1 khâu khuếch đại với hệ số khuếch đại K được xác định như sau:

$$W_{12} = K_p = \frac{\Delta I_{max}}{\Delta P_{max}} = \frac{10}{250} = 0,04 \left[\frac{mA}{mmH_2O} \right] \quad (3.19)$$

$\Delta I_{max} = 10$ mA là dòng đầu ra lớn nhất của cảm biến

$\Delta P_{max} = 250$ mmH₂O là áp suất lớn nhất của cảm biến đo

d. Cảm biến vị trí damper gió

Tín hiệu đầu vào là góc mở van, đầu ra là tín hiệu dòng điện một chiều 4÷20mA.

Khi lưu lượng gió vào bằng 0 thì không có tín hiệu dòng điện ra. Nên cảm biến vị trí damper gió là một khâu tỉ lệ:

$$W_{10} = K_{gió} = \frac{\Delta I_{max}}{\Delta van_{max}} = \frac{16}{80} = 0,2 \left[\frac{mA}{\%} \right] \quad (3.20)$$

$\Delta I_{max} = 16$ mA là dòng đầu ra lớn nhất của cảm biến

$\Delta van_{max} = 80$ % là góc mở van của cảm biến lưu lượng gió

e. Cảm biến vị trí damper khói:

Tín hiệu đầu vào là độ mở van, đầu ra là tín hiệu dòng điện một chiều 4÷20mA.

$$W_{13} = K_{khói} = \frac{\Delta I_{max}}{\Delta van_{max}} = \frac{16}{70} = 0,228 \left[\frac{mA}{\%} \right] \quad (3.21)$$

$\Delta I_{max} = 16$ mA là dòng đầu ra lớn nhất của cảm biến

$\Delta van_{max} = 70\%$ là góc mở van lớn nhất của cảm biến lưu lượng khói

f. Cảm biến lưu lượng gió:

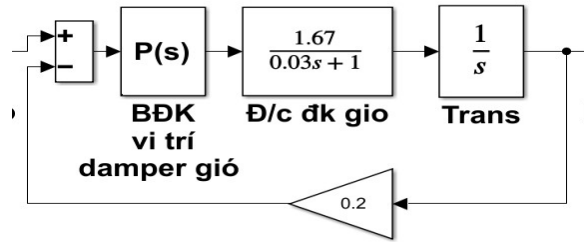
Tín hiệu vào là lưu lượng gió lò, đầu ra là tín hiệu dòng điện 1 chiều 4÷20mA

$$W_{10} = K_{luuluonggio} = \frac{\Delta I_{max}}{\Delta Q_{max}} = \frac{16}{200} = 0,08 \left[\frac{mA}{\%} \right] \quad (3.22)$$

$\Delta I_{max} = 16$ mA là dòng đầu ra lớn nhất của cảm biến

3.3.2 Thông số bộ điều khiển mạch vòng điều khiển vị trí van (damper) bằng phần mềm Matlab

1. Bộ điều khiển vị trí damper gió:



Hình 3.9: Cấu trúc điều khiển vị trí damper gió

Áp dụng tiêu chuẩn tối ưu mô đun, ta có hàm truyền của hệ thống kín để tìm ra cấu trúc của bộ điều khiển vị trí damper gió:

$$\text{- Đối tượng điều khiển: } S_{oi}(s) = \frac{1,67*0,2}{(1+s*0,03)s} \quad (3.24)$$

$$\text{- Hàm môdul tối ưu: } F_{TU}(s) = \frac{1}{1+2\tau_{\sigma}+2\tau_{\sigma}^2p^2} = \frac{P(s)S_{oi}}{1+P(s)S_{oi}} \quad (3.25)$$

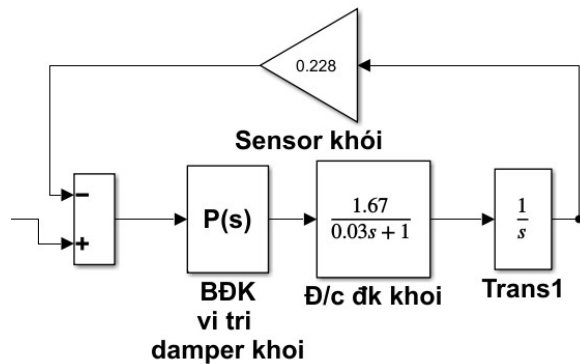
- Chọn $\tau_{\sigma} = 0,03$ (s)

- Hàm truyền bộ điều khiển:

$$P(s) = \frac{F_{TU}}{(1-F_{TU})S_{oi}} = \frac{(1+s*0,03)s}{1,67*0,2*2*0,03*s(1+0,03s)} = 49,9 \quad (3.26)$$

⇒ Bộ điều khiển vị trí van gió là khâu khuếch đại

2. Bộ điều khiển vị trí damper khói:



Hình 3.10: Cấu trúc điều khiển vị trí damper khói

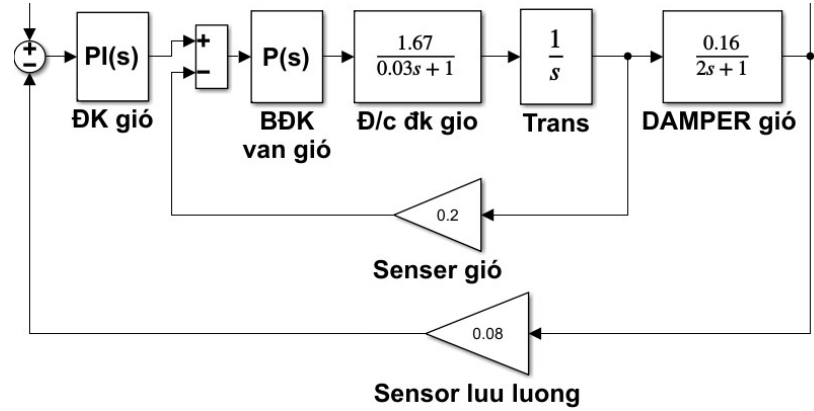
Áp dụng tiêu chuẩn tối ưu mô đun và là tương tự như trên tìm ra cấu trúc, thông số của bộ điều khiển vị trí damper khói:

- Hàm truyền bộ điều khiển:

$$P(s) = \frac{F_{TU}}{(1-F_{TU})S_{oi}} = \frac{(1+s*0,03)s}{1,67*0,228*2*0,03*s(1+0,03s)} = 43,772 \quad (3.27)$$

⇒ Bộ điều khiển vị trí van khói là khâu khuếch đại.

3.3.3 Tính toán thông số bộ điều khiển lưu lượng gió:



Hình 3.11: Cấu trúc điều khiển lưu lượng gió vào lò

- Mạch vòng điều khiển vị trí van gió sẽ được thay bằng hàm tối ưu mô đun:

$$F_{TU} = \frac{1}{1+2\tau_{\sigma}+2\tau_{\sigma}^2 p^2} = \frac{1}{1+2*0,03s+2*0,03^2 s^2} \quad (3.28)$$

Do $2\tau_{\sigma}^2$ nhỏ nên có thể bỏ qua để đơn giản.

Vậy hàm truyền mạch vòng điều khiển vị trí van gió (damper) sẽ là:

$$F_{TU} = \frac{1}{1+0,06s} \quad (3.29)$$

Áp dụng tiêu chuẩn tối ưu mô đun và là tương tự như trên tìm ra thông số của bộ điều khiển gió:

$$- F_{TU}(s) = \frac{1}{1+2\tau_{\sigma}+2\tau_{\sigma}^2 p^2} = \frac{PI(s)S_{oi}}{1+PI(s)S_{oi}} \quad (3.30)$$

$$- \text{Đối tượng điều khiển: } s_{oi}(s) = \frac{0,16*0,08}{(1+0,06s)(1+2,8s)} \quad (3.31)$$

- Chọn $\tau_{\sigma} = 0,06$ (s)

- Hàm truyền bộ điều khiển lưu lượng gió:

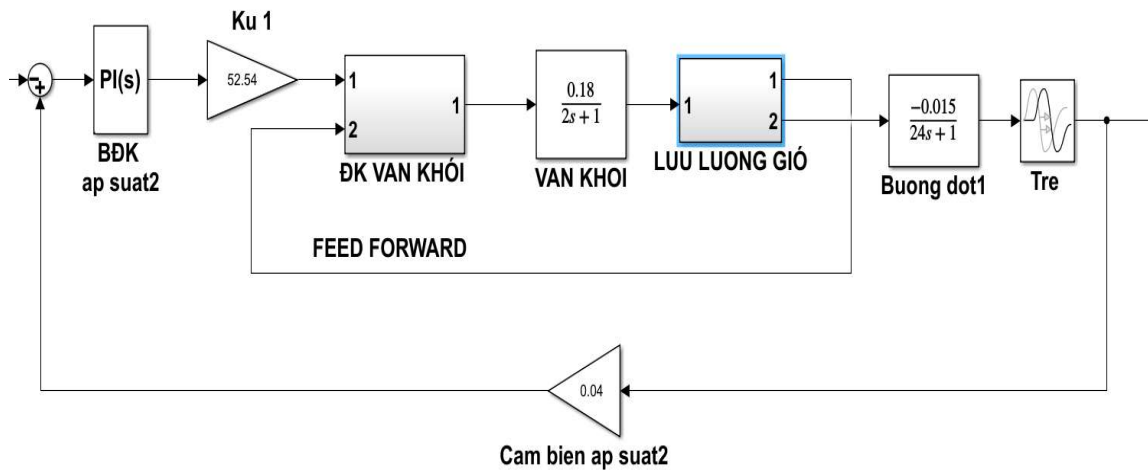
$$PI(s) = \frac{F_{TU}}{(1-F_{TU})S_{oi}} = \frac{(1+0,06s)(1+2,8s)}{0,16*0,08*2*0,06*s(1+0,06s)} = \frac{1+2,8*s}{0,16*0,08*2*0,06*s} \quad (3.32)$$

Bộ điều khiển lưu lượng gió là khâu PI. Sử dụng phần mềm Matlab mô phỏng và hiệu chỉnh tìm được thông số bộ điều khiển như sau:

$$K_p = 24.935$$

$$K_i = 14.26$$

3.3.4 Sơ đồ cấu trúc điều khiển áp suất buồng lửa



Hình 3.12: Sơ đồ mô phỏng hệ điều khiển áp suất buồng lửa lò hơi

Bộ điều khiển áp suất được lựa chọn là PI. Sử dụng phần mềm Matlab mô phỏng và tính toán tìm được thông số bộ điều khiển như sau:

$$K_p = 12.76$$

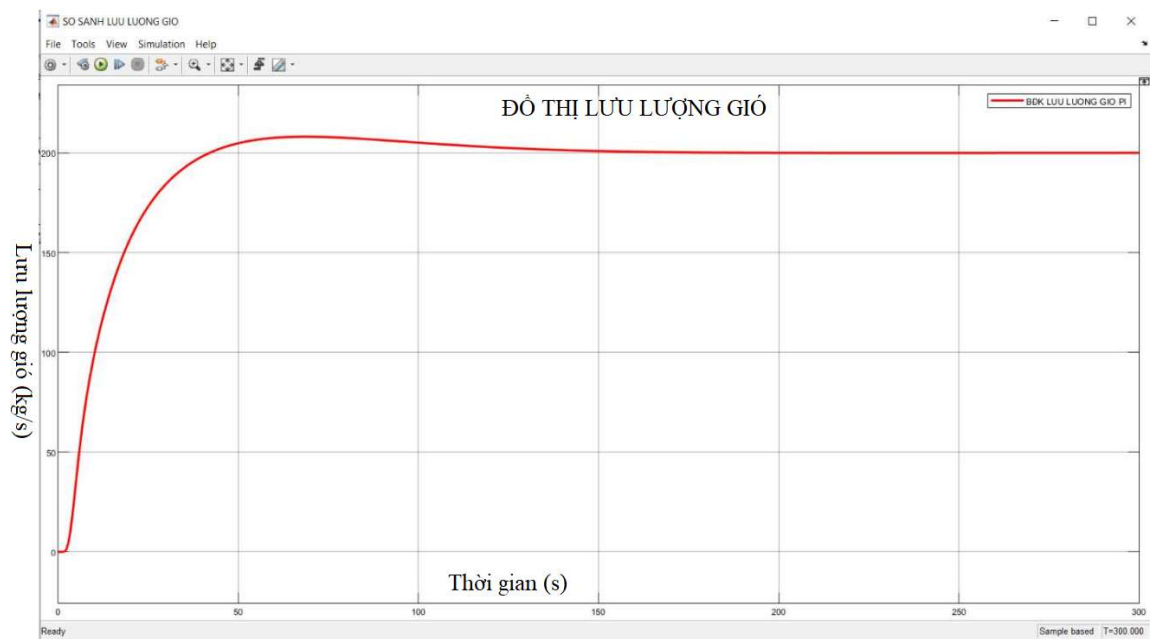
$$K_i = 0.9$$

3.4. Mô phỏng đánh giá các thông số

3.4.1 Kết quả mô phỏng hệ điều khiển áp suất buồng lửa:

Đồ thị đặc tính của hệ thống với:

- Áp suất đặt là -3 mmH₂O;
- Lưu lượng gió là $Q = 200$ kg/s;
- Lưu lượng khói là $Q = 220$ kg/s
- Lưu lượng gió:

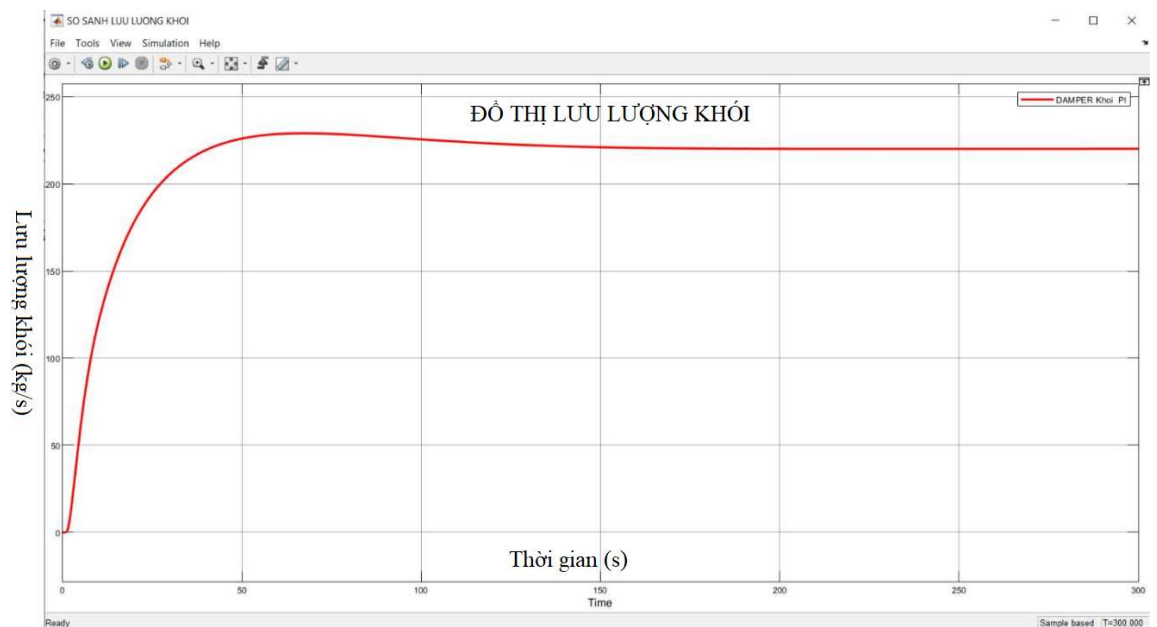


Hình 3.13: Lưu lượng gió vào lò

Nhận xét:

Lưu lượng gió vào đạt giá trị xác lập $Q = 200$ kg/s với thời gian xác lập $T = 170$ s độ quá điều chỉnh ϵ rất nhỏ.

Lưu lượng khói:



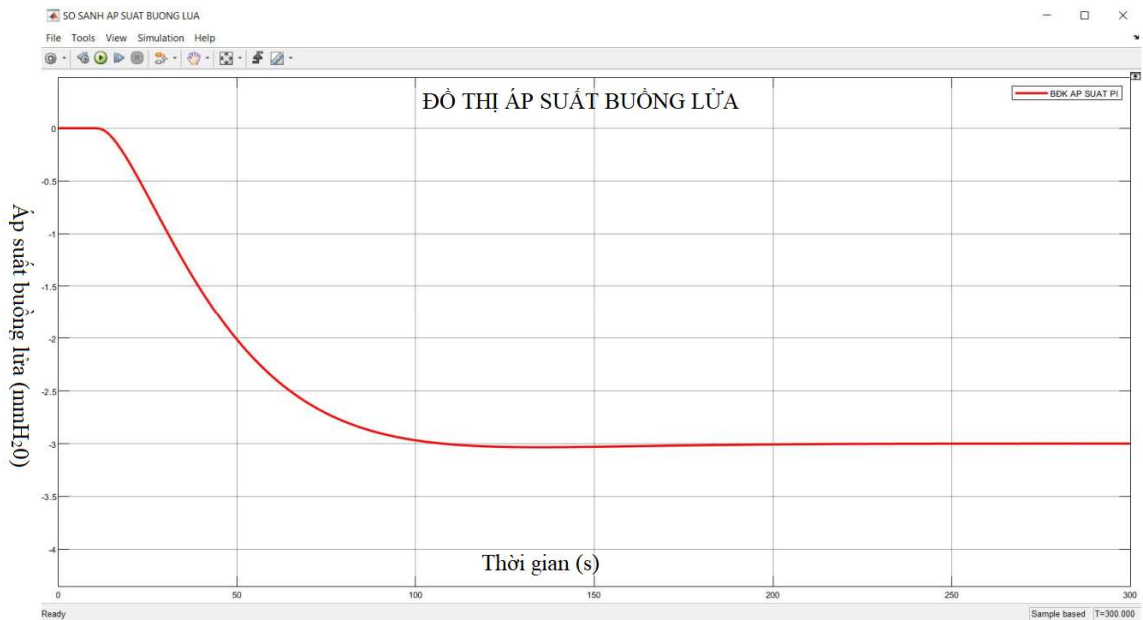
Hình 3.14: Lưu lượng khói vào lò

Nhận xét:

Lưu lượng khối vào đạt giá trị xác lập $Q = 220 \text{ kg/s}$ với thời gian xác lập

$T = 170\text{s}$ độ quá điều chỉnh ε nhỏ

• **Áp suất buồng lửa:**



Hình 3.15: Áp suất buồng lửa

Nhận xét:

Hệ thống đạt giá trị xác lập $P = -3 \text{ mmH}_2\text{O}$ tại thời gian xác lập. Lượng quá điều chỉnh ε rất nhỏ. Hệ thống đã ổn định và đáp ứng yêu cầu đặt ra.

3.4.2 Kết luận:

Có thể nhận thấy rằng với lưu lượng gió là 200 kg/s và lưu lượng khối là 220 kg/s thì áp suất buồng lửa đạt giá trị $-3 \text{ mmH}_2\text{O}$.

Hệ thống ổn định và đáp ứng yêu cầu đề ra, tuy nhiên thời gian xác lập dài, yêu cầu một bộ điều khiển mới để đặc tính của hệ thống được tốt hơn.

Từ kết quả mô phỏng Tác giả có nhận xét như sau: Với bộ điều khiển PI đáp ứng đầu ra của hệ thống đạt được giá trị xác lập mong muốn với độ vọt lố bằng 0, tuy nhiên thời gian xác lập lại khá dài, cần một giải pháp mới cho bộ điều khiển áp suất buồng lửa để đáp ứng đạt giá trị xác lập nhanh hơn mà vẫn đảm bảo các yêu cầu đề ra một cách tốt nhất.

3.5. Nâng cao chất lượng hệ điều khiển lò hơi công ty nhiệt điện Uông Bí

3.5.1. Đặt vấn đề

Bộ điều khiển truyền thống thường bị bế tắc khi gặp những bài toán có độ phức tạp của hệ thống cao, độ phi tuyến lớn, sự thường xuyên thay đổi trạng thái và cấu trúc của đối tượng, ... hoặc giả thiết nếu có thể tổng hợp được trong phạm vi lý thuyết thì khi thực hiện cũng gặp không ít khó khăn về giá thành và độ tin cậy của sản phẩm. Khi sử dụng bộ điều khiển mờ sẽ có khả năng khắc phục được các khó khăn trên. Vì bộ điều khiển mờ không yêu cầu về mặt tính toán để xác định chính xác thông số của bộ điều khiển PID mà dựa trên kinh nghiệm thực tế của người thiết kế, được viết bằng ngôn ngữ để mô tả chính xác đặc tính của một hệ thống.

3.5.2. Bộ điều khiển mờ

1. Khái niệm

Logic mờ được giáo sư L.A Zadeh đưa ra lần đầu tại trường đại học Berkeley, bang California – Mỹ. Là biểu diễn sự liên thuộc của các tập giá trị được định nghĩa không rõ ràng, được phát triển từ lý thuyết mờ để thực hiện lập luận một cách xấp xỉ. Tập hợp mờ là sự tổng quát hóa của tập hợp cổ điển, trong đó $u = 0$ và $u = 1$ của hàm liên thuộc cổ điển chỉ là một trường hợp đặc biệt của hàm liên thuộc trong tập hợp mờ. Việc dùng các tập hợp mờ được định nghĩa bởi các hàm liên thuộc trong biểu thức logic được gọi là logic mờ.

Mục đích của bộ điều khiển mờ là mô phỏng suy nghĩ điều khiển của con người để điều khiển một đối tượng nào đó

2. Ưu điểm của bộ điều khiển mờ so với bộ điều khiển PID

➤ Bộ điều khiển mờ được viết dựa trên đúng tư duy ngôn ngữ của con người để điều khiển hệ thống nên dễ hiểu hơn so với các bộ điều khiển khác kể cả về mặt tư duy hay thực thi mạch.

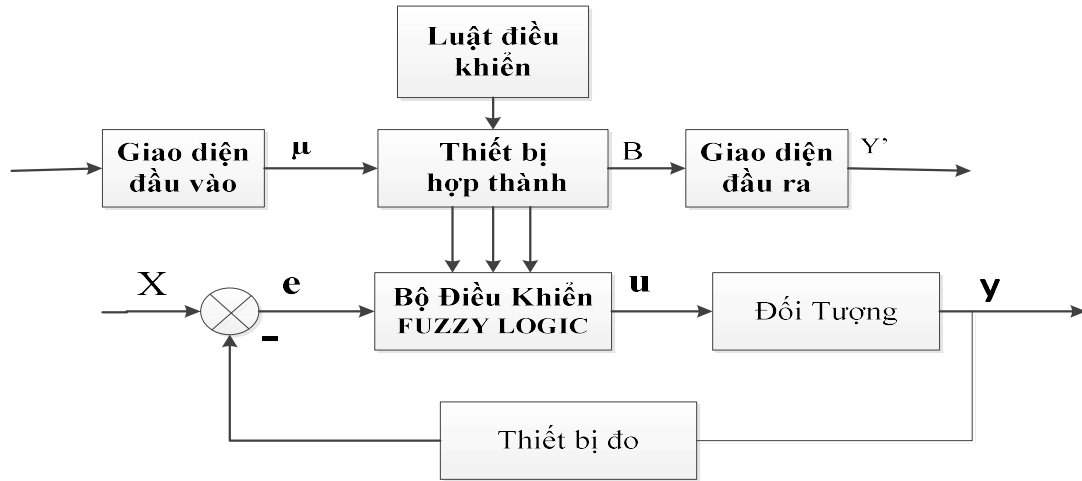
➤ Đối với hệ thống phức tạp cao, tính phi tuyến cao, giải pháp điều khiển mờ sẽ giúp giảm công việc tính toán.

➤ Với đối tượng phức tạp bộ điều khiển mờ có khả năng làm việc ổn định hơn, bền vững hơn và chất lượng điều khiển tốt hơn.

➤ Đặc biệt khi muốn thay đổi thông số bộ điều khiển khi một hệ thống đang hoạt động thì bộ điều khiển kinh điển yêu cầu phải dừng hệ thống còn bộ điều khiển mờ có thể thay đổi thông số một cách dễ dàng khi hệ thống đang hoạt động bình thường.

3. Nguyên tắc thiết kế

Mô hình tổng quát hệ điều khiển mờ như sau:



Hình 3.16: Sơ đồ khối cấu trúc tổng quát hệ thống điều khiển mờ

➤ **Giao diện đầu vào:** Bao gồm khâu mờ hóa và các khâu như vi phân, tích phân để thực hiện các bài toán động.

➤ **Thiết bị hợp thành:** Là xây dựng luật hợp thành mờ R trên cơ sở luật điều khiển hay còn được gọi là luật quyết định

➤ **Giao diện đầu ra:** Gồm khâu giải mờ và khâu giao diện trực tiếp với đối tượng.

Đối tượng được điều khiển bằng đại lượng u là tín hiệu ra của bộ điều khiển mờ. Các tín hiệu điều khiển đối tượng là “tín hiệu rõ”, nên tín hiệu ra của bộ điều khiển mờ trước khi đưa vào điều khiển đối tượng phải qua khâu giải mờ nằm trong khâu giao diện ra. Các tín hiệu ra y của đối tượng được đo bằng bộ cảm biến và được xử lý trước khi đưa vào bộ điều khiển. Đây là các “tín hiệu rõ”, vì vậy để bộ điều khiển mờ hiểu được phải mờ hóa chúng.

4. Khái niệm cơ bản của bộ điều khiển mờ

a. Biến ngôn ngữ

Là những mô tả ngôn ngữ cho các biến đầu vào hoặc ra của bộ điều khiển. Ví dụ như biến đầu vào là sai lệch giá trị áp suất buồng lửa sẽ có các 3 giá trị ngôn ngữ như: âm, không, dương

b. Hàm liên thuộc

Trong điều khiển có rất nhiều các dạng hàm liên thuộc khác nhau như: Gaussian, PI-shape, S-shape, Sigmoidal, trimf, trapmf, ...

c. Mệnh đề hợp thành mờ:

Dựa theo các luật ‘Nếu...thì...’ với 1 hoặc nhiều điều kiện cho đầu vào ra.

- Dựa trên bản chất vật lý, số liệu đo đạc và kinh nghiệm.
- Cần chú ý các điểm lân cận điểm không, tránh tạo ra lỗ hổng gây khó khăn cho quá trình điều khiển.
- Biểu diễn các luật dưới dạng ma trận R để tiện lợi và dễ dàng bao quát
- Mỗi cặp tín hiệu Vào –Ra là một luật riêng biệt, và chọn tập mờ có giá trị lớn nhất

d. Luật hợp thành mờ

Là một tập hợp các mệnh đề hợp thành mờ. Các luật hợp thành như: Sum- Pro
Max- Pro, Max- Min, Sum- Min,

e. Giải mờ

Để xác định một giá trị rõ đầu ra khi biết giá trị rõ đầu vào, trong điều khiển mờ có hai phương pháp giải mờ chính là:

- Phương pháp cực đại
- Phương pháp điểm trọng tâm.

Giải mờ bằng phương pháp điểm trọng tâm có nhiều ưu điểm hơn cả, bởi vì trong kết quả đều có sự tham gia của tất cả các kết luận của các luật điều khiển R_k , $k = 1, 2, \dots, n$ (mệnh đề hợp thành).

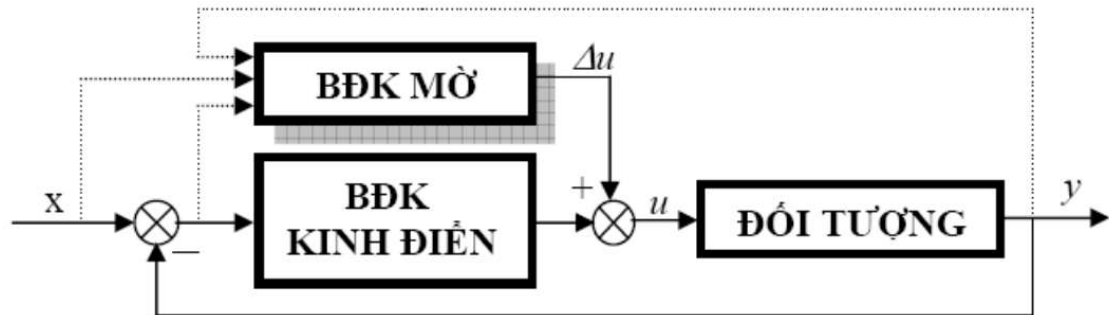
f. Tối ưu hóa

- Thực hiện mô phỏng để thử nghiệm hệ điều khiển áp suất buồng lửa
- Kiểm soát các lỗ hổng, điều chỉnh lại độ phủ của các miền giá trị và luật điều khiển.
- Nếu hệ thống làm việc không ổn định thì kiểm tra lại luật “Nếu...thì.”

3.5.3. Thiết kế bộ điều khiển mờ cho bộ điều khiển áp suất buồng lửa

Đặc điểm của điều chỉnh áp suất buồng lửa là biên độ dao động nhỏ, thời gian xác lập lớn và độ quá điều chỉnh nhỏ, vì vậy trong luận văn này em sử dụng bộ điều

khíên mờ lai kết hợp bộ điều khiển PI kinh điển và bộ điều khiển PI mờ vòng ngoài (điều khiển áp suất) nhằm là giảm thời gian xác lập, sai lệch tĩnh, tăng cường độ ổn định và làm chậm tốc độ thay đổi của đầu ra. Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển mờ lai như sau:



Hình 3.17: Cấu trúc bộ điều khiển mờ lai

1. Xây dựng bộ điều khiển mờ

Trình tự các bước thiết kế bộ điều khiển mờ:

Bước 1: Định nghĩa biến vào ra

Đầu vào: 2 biến: Sai lệch ET: miền giá trị $-1 \div 1$

Đạo hàm sai lệch IET: miền giá trị $-1 \div 1$

Đầu ra: 1 biến: Điện áp điều khiển U_{dk} : miền giá trị $0 \div 10$

Mỗi biến có 7 giá trị mờ:

{Âm lớn, Âm vừa, Âm nhỏ, Không, Dương nhỏ, Dương vừa, Dương lớn}

ET= {AL, AV, AN, K, DN, DV, DL}

IET= {AL, AV, AN, K, DN, DV, DL}

UN= {AL, AV, AN, K, DN, DV, DL}

Bước 2: Xác định hàm liên thuộc cho bộ điều khiển mờ áp suất

Chọn hàm liên thuộc là dạng hình tam giác (trimf).

Rời rạc hóa hàm liên thuộc.

ET:

$$AL = [-1.333 \ -1 \ -0.6664]$$

$$AV = [-1 \ -0.6664 \ -0.3336]$$

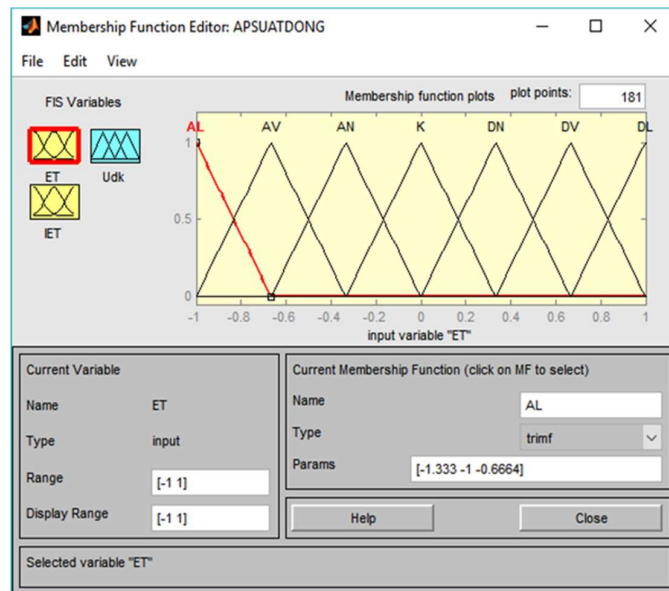
$$AN = [-0.6664 \ -0.3336 \ 0]$$

$$K = [-0.3336 \ 0 \ 0.3334]$$

$$DN = [0 \ 0.3334 \ 0.6666]$$

$$DV = [0.3334 \ 0.6666 \ 1]$$

$$DL = [0.3334 \ 0.6666 \ 1]$$



Hình 3.18: Hàm liên thuộc đầu vào ET

IET:

$$AL = [-1.333 \ -1 \ -0.6664]$$

$$AV = [-1 \ -0.6664 \ -0.3336]$$

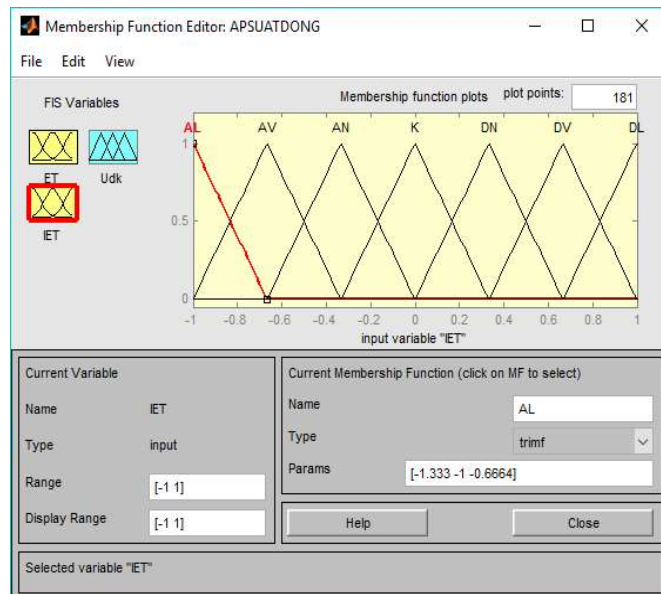
$$AN = [-0.6664 \ -0.3336 \ 0]$$

$$K = [-0.3336 \ 0 \ 0.3334]$$

$$DN = [0 \ 0.3334 \ 0.6666]$$

$$DV = [0.3334 \ 0.6666 \ 1]$$

$$DL = [0.3334 \ 0.6666 \ 1]$$



Hình 3.19. Hàm liên thuộc đầu vào IET

U_{dk} :

$AL = [-1.668 \ 3.549e-17 \ 1.668]$

$AV = [0 \ 1.668 \ 3.332]$

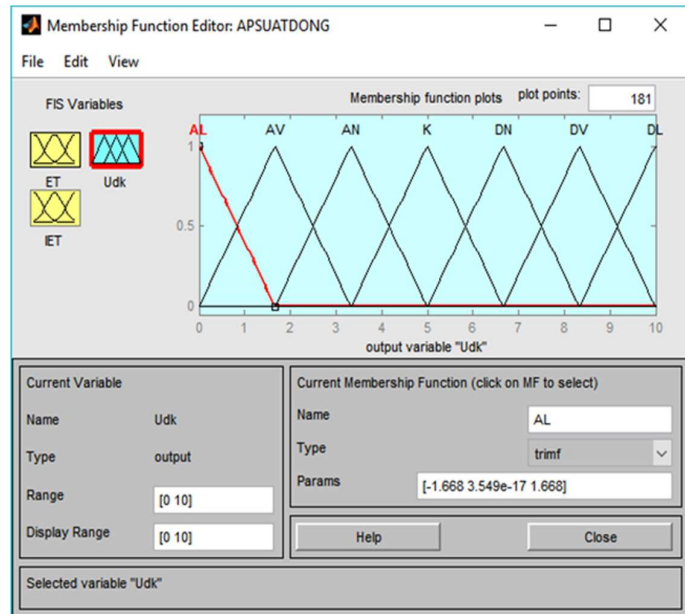
$AN = [1.668 \ 3.332 \ 5.003]$

$K = [3.332 \ 5.003 \ 6.668]$

$DN = [5.003 \ 6.668 \ 8.331]$

$DV = [6.668 \ 8.331 \ 10]$

$DL = [8.331 \ 10 \ 11.67]$

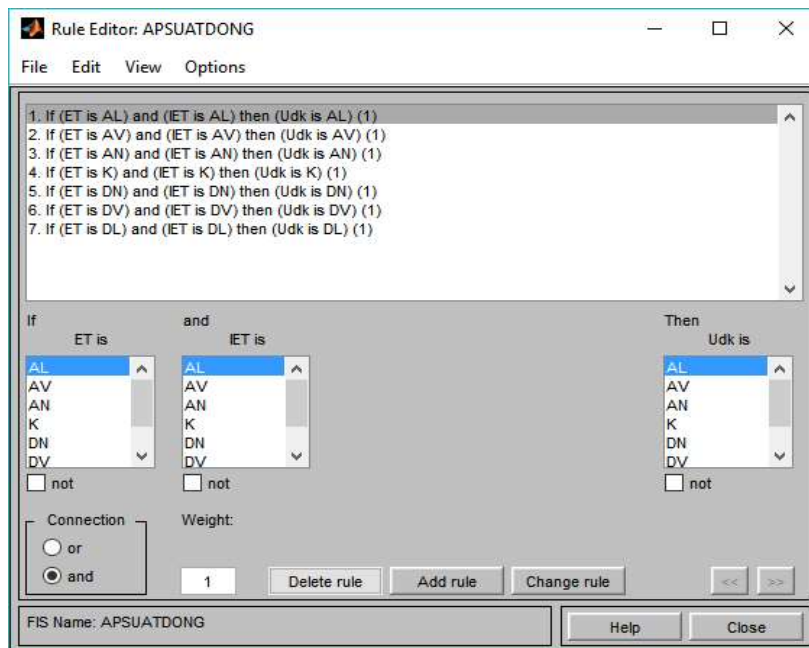


Hình 3.20: Hàm liên thuộc đầu ra bộ điều khiển mờ

Bước 3: Thiết lập luật điều khiển

ET	IET						
	AL	AV	AN	K	DN	DV	DL
AL	AL	-	-	-	-	-	-
AV	-	AV	-	-	-	-	-
AN	-	-	AN	-	-	-	-
K	-	-	-	K	-	-	-
DN	-	-	-	-	DN	-	-
DV	-	-	-	-	-	DV	-
DL	-	-	-	-	-	-	DL

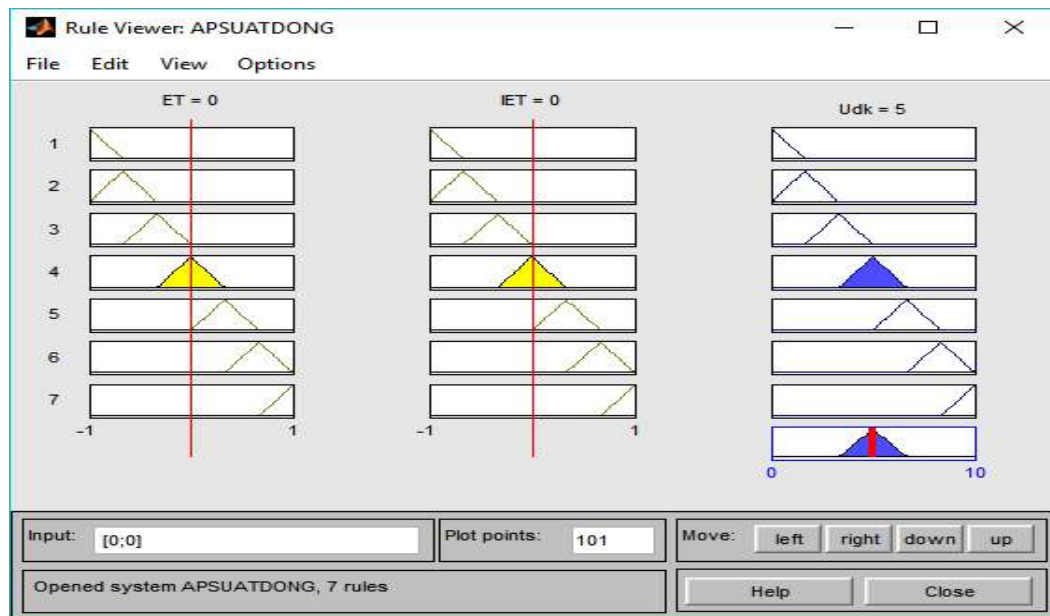
Bảng 4.1: Bảng luật điều khiển áp dụng cho bộ điều khiển mờ



Hình 3.21: Luật hợp thành mờ

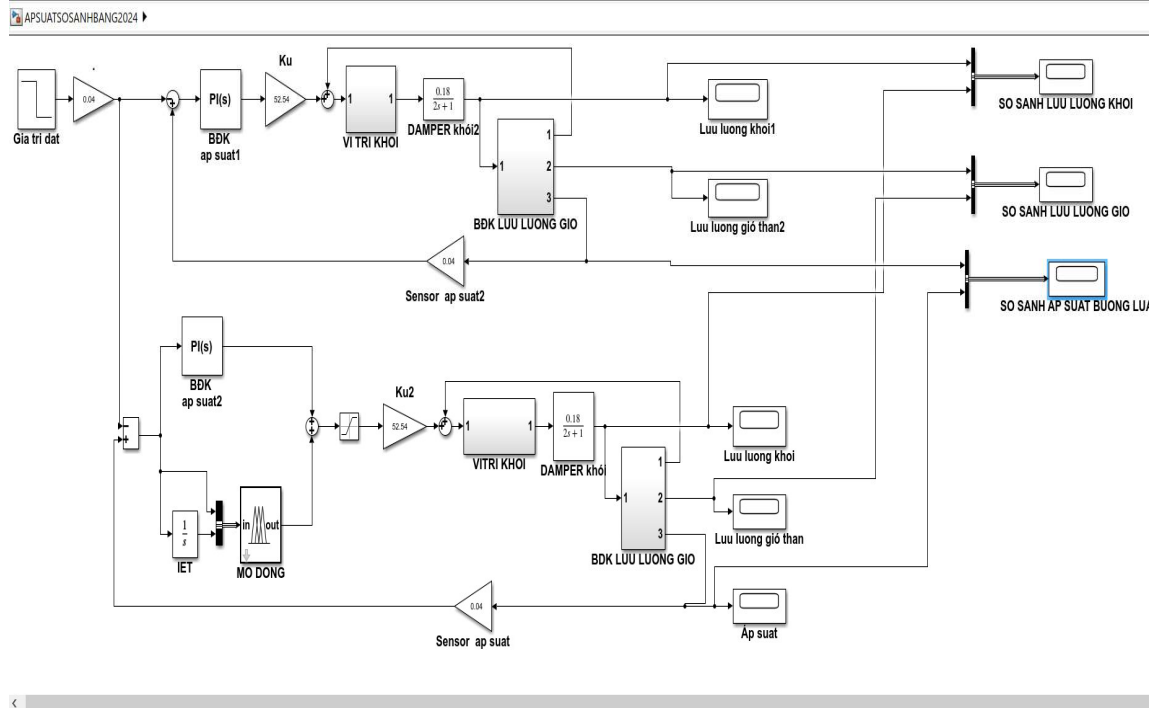
Bước 4: Giải mờ

Tìm điện áp điều khiển theo nguyên tắc MAX-MIN, giải mờ theo phương pháp điểm trọng tâm.



Hình 3.22: Quan hệ giữa đại lượng vào ra của bộ điều khiển mờ

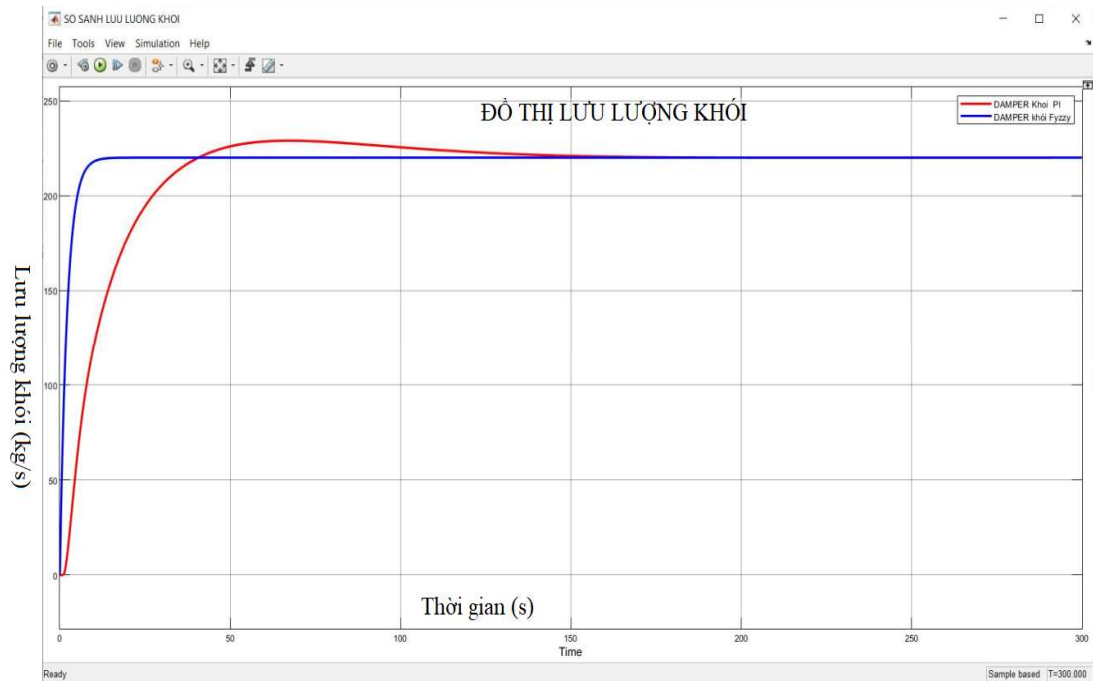
2. Sơ đồ Matlab/Simulink mô phỏng khi có bộ điều khiển mờ



Hình 3.23: Sơ đồ mô phỏng Matlab/Simulink khi có bộ điều khiển PI và bộ điều khiển fuzzy

3. Kết quả mô phỏng

• Lưu lượng khối



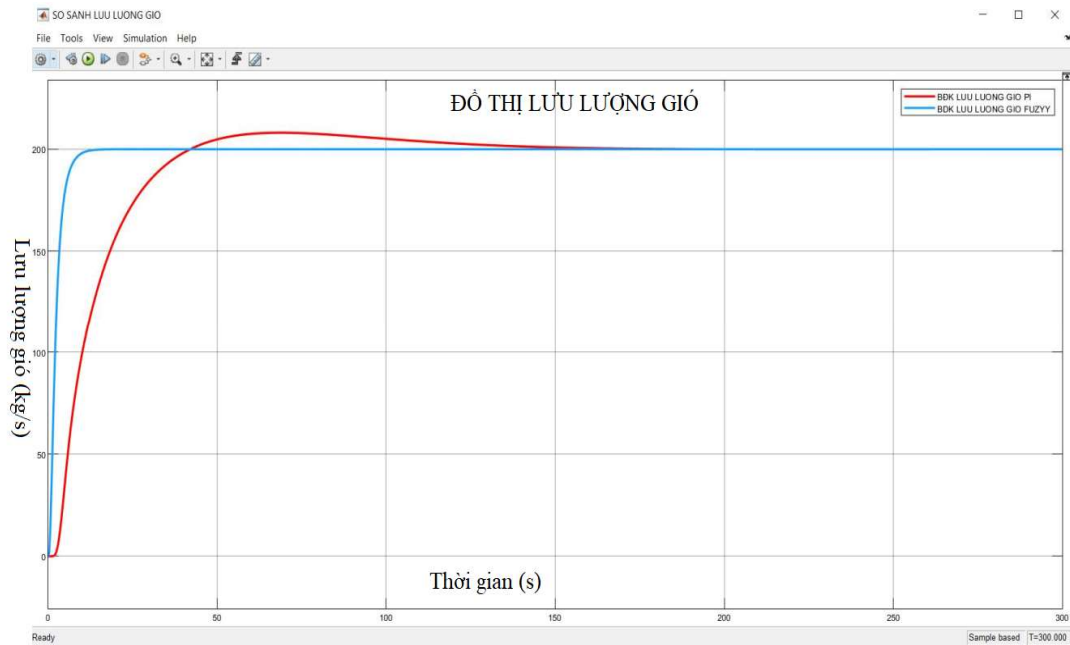
Hình 3.24: Lưu lượng khối

Nhận xét:

Sai số xác lập lưu lượng khối của 2 bộ điều khiển đều rất nhỏ;

Độ quá điều chỉnh khi sử dụng bộ điều khiển mờ không đáng kể, thời gian xác lập của hệ thống khi sử dụng điều khiển mờ giảm so khi sử dụng bộ điều khiển PI.

• Lưu lượng gió



Hình 3.25: Lưu lượng gió

Nhận xét:

Sai số xác lập lưu lượng gió của 2 bộ điều khiển đều rất nhỏ;

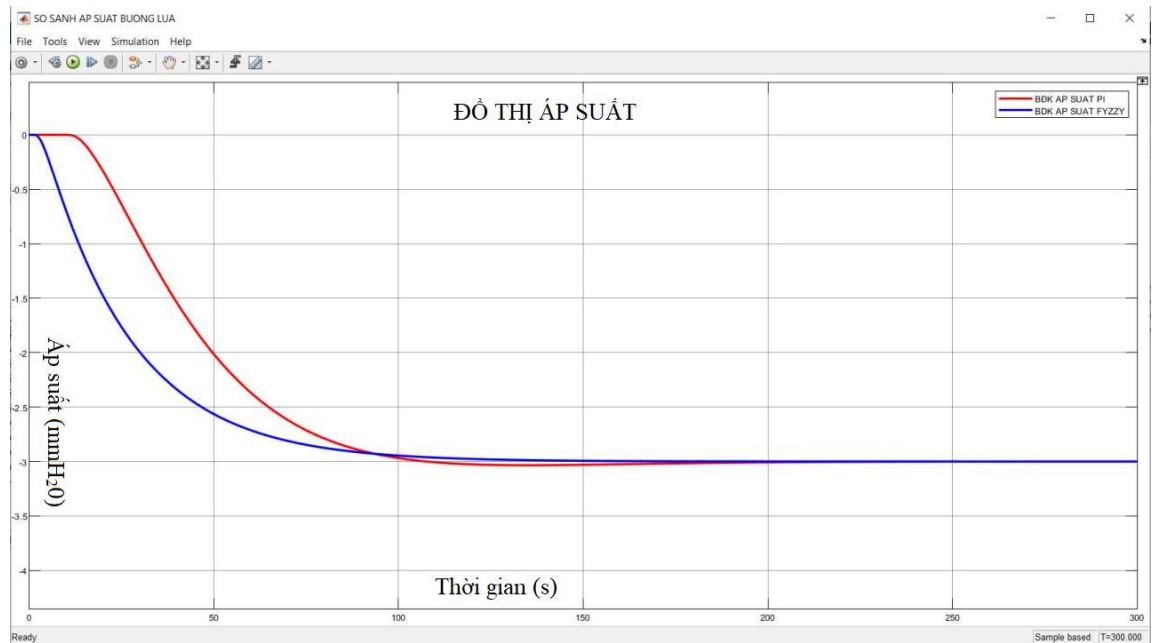
Độ quá điều chỉnh khi sử dụng bộ điều khiển mờ không đáng kể, thời gian xác lập của hệ thống khi sử dụng điều khiển mờ giảm so khi sử dụng bộ điều khiển PI.

• Áp suất buồng lửa

Nhận xét:

Đường đặc tính của áp suất buồng lửa có sai số xác lập gần bằng 0

Lượng quá điều chỉnh sử dụng bộ điều khiển mờ rất nhỏ, giảm thời gian xác lập của hệ thống so với khi sử dụng bộ điều khiển PI.



Hình 3.26: Đồ thị áp suất buồng lửa khi sử dụng bộ điều khiển PI và Fuzzy

Nhận xét:

Với bộ điều khiển mờ động đã đạt được thời quá độ thấp hơn so với bộ điều khiển PI mà vẫn giữ nguyên được độ quá điều chỉnh gần bằng 0% và sai số xác lập bằng 0.

3.6 Kết luận

Việc sử dụng bộ điều khiển mờ vào hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa cho thấy rõ được những ưu điểm của mờ so với PID kinh điển. Bộ điều khiển mờ làm cho thời gian quá độ hệ thống nhỏ, sai số và lượng quá điều chỉnh nhỏ không đáng kể. Hệ thống làm việc ổn định, giảm thời gian quá độ từ đó nâng cao được chất lượng của hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa lò hơi. Có thể nói rằng bộ điều khiển mờ đã cải tiến chất lượng được hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa một cách ổn định hơn.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN VĂN

Với sự nỗ lực của bản thân cùng sự hướng dẫn của TS. Võ Quang Vinh và các cán bộ, các anh chị trong nhà máy nhiệt điện Uông Bí, luận văn của em đã nêu lên được một cách khái quát về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của lò hơi từ đó thấy được vai trò quan trọng của hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa trong hệ thống lò hơi đóng vai trò quyết định và thiết yếu để hệ thống lò hơi hoạt động ổn định. Tác giả đã nắm bắt được nguyên lý hoạt động của hệ thống điều khiển, thiết bị đo. Ứng dụng lý thuyết và kỹ năng được học và rèn luyện trong suốt quá trình học chuyên môn vào xây dựng điều khiển một hệ thống thực tế.

Luận văn đã mô hình hóa và mô phỏng hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa trên phần mềm Matlab/Simulink dựa trên sơ đồ công nghệ của nhà máy. Kết quả mô phỏng cho thấy hệ thống làm việc ổn định và đạt chất lượng mong muốn.

Với bộ điều khiển PID kinh điển chưa làm cho hệ thống đạt chất lượng cao, từ đó phát triển ý tưởng nâng cao chất lượng hệ thống bằng cách sử dụng bộ điều khiển mờ cho hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa.

Sau quá trình mô phỏng thấy được bộ điều khiển mờ đã nâng cao chất lượng của hệ thống một cách rõ nét. Việc tối ưu hóa hệ thống với bộ điều khiển Fuzzy Logic mạch vòng điều khiển áp suất đem lại chất lượng tốt hơn, đáp ứng yêu cầu của hệ thống.

Với luận văn này, để có thể áp dụng vào thực tế cho hệ thống điều khiển áp suất buồng lửa tại nhà máy cần phải có thêm mạch vòng cho bộ điều khiển tốc độ quạt gió cùng với các vấn đề liên động của hệ thống với các hệ thống khác.

Luận văn có thể được sử dụng để làm tài liệu nghiên cứu cho các đối tượng có nhu cầu tìm hiểu về những lĩnh vực có liên quan. Có thể phát triển đề tài ở mức độ cao hơn để tối ưu hóa hệ thống và ứng dụng vào hệ thống điều khiển thực tế trong công nghiệp.

Tác giả mong nhận được ý kiến đóng góp để luận văn được hoàn thiện hơn!

Xin chân thành cảm ơn!

PHỤ LỤC

THÔNG SỐ KỸ THUẬT THIẾT BỊ TRONG HỆ THỐNG LÒ HƠI

1. Thông số kỹ thuật lò hơi

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của lò hơi Công ty điện Uông Bí

Các thông số chính	Giá trị	Đơn vị
Công suất hơi	920	t/h
Các thông số hơi chính danh định		
+ Áp suất trong bao hơi	194,7	kgf/cm ²
+ Áp suất hơi ra khỏi lò	176	kgf/cm ²
+ Nhiệt độ	543	°C
Các thông số hơi tái nhiệt ở công suất định mức		
+ Áp suất	41,6	kgf/cm ²
+ Nhiệt độ hơi tái nhiệt lạnh vào lò	337	°C
+ Nhiệt độ hơi tái nhiệt nóng ra khỏi lò	543	°C
+ Lưu lượng	818,57	t/h
Nhiệt trị thấp của nhiên liệu	4961	Kcal/kg
Tổng lượng than tiêu thụ	137,6	Tấn/giờ
Nhiệt độ nước cấp	254	°C
Nhiệt độ nước cấp có thể chấp nhận khi làm việc ở chế độ tuần hoàn định kỳ	160	°C
Nhiệt độ khói thải ra khỏi lò	122	°C
Hệ số không khí thừa	1,3	α
Hiệu suất của lò hơi ở 85% công suất hơi danh định.	87,66	%
Chỉ số công suất theo chu kỳ		
Số lần khởi động theo thiết kế có thể chấp nhận		
+ Trong toàn bộ tuổi thọ làm việc của lò hơi	2100	Lần
+ Số lần khởi động từ trạng thái lạnh	180	Lần
Chỉ số tin cậy		
Số giờ vi phạm chế độ làm việc	3800	Giờ
Thời gian làm việc theo thiết kế	30	Năm
Thời gian giữa các lần sửa chữa lớn	5	Năm

• Các thông số khác:

- Kích thước của buồng đốt: 21,8m x 12,8m x 58 m
- Thể tích của buồng đốt: 11806 m³
- Độ cao tâm bao hơi: 68 m (so với cos 0m của nhà máy)
- Ứng suất nhiệt thể tích của buồng lửa: $q \approx 60 \times 10^3 \text{ kcal/m}^3\text{h}$.

- Nhiên liệu rắn là than Anthraxit:

- + Hàm lượng các bon: $C = 58,98\%$
- + Hàm lượng Hydro $H = 1,09\%$
- + Hàm lượng Nito $N = 0,85\%$
- + Hàm lượng Oxy $O = 1,14\%$
- + Hàm lượng Lưu huỳnh $S = 0,85\%$.
- + Độ ẩm $W = 9,40\%$
- + Độ tro $A = 27,69\%$
- + Nhiệt trị thấp $Q_{lv} = 4961 \text{ Kcal/kg}$

2. Thông số kỹ thuật quạt ly tâm

Bảng 2. Thông số kỹ thuật quạt khói

Stt	Thông số kỹ thuật	Giá trị	Đơn vị
1	Dải thay đổi tốc độ	$0 \div 750$	Vòng/phút
2	Lưu lượng	$865,9.10^3$	m^3/h
3	Áp lực đầu đẩy	465	KgN/cm^2
4	Công suất động cơ điện	1600	KW
5	Điện áp	6600	Vòng
6	Tốc độ quay động cơ	750	Vòng/phút

Bảng 3. Thông số kỹ thuật quạt gió

Stt	Thông số kỹ thuật	Giá trị	Đơn vị
1	Dải thay đổi tốc độ	$0 \div 750$	Vòng/phút
2	Lưu lượng	$564,3.10^3$	m^3/h
3	Áp lực đầu đẩy	335,5	Kgf/cm^2
4	Công suất động cơ điện	800	KW
5	Điện áp	6600	Vòng
6	Tốc độ quay động cơ	750	Vòng/phút

3. Thông số Damper

Stt	Thông số kỹ thuật	Giá trị	Đơn vị
1	Tốc độ quay động cơ truyền động	1000	Vòng/phút
2	Điện áp điều khiển	0÷10	V
3	Thời gian tác động	14	S
4	Điện trở phần ứng	1000	Ω
5	Điện cảm phần ứng	1	H
6	Mô men quán tính	$1,8.10^{-16}$	Kg.m ²
7	Hằng số momen	0,2	N.m/A

Bảng 4. Thông số truyền động damper

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Duy Bình, Bùi Quang Đăng, Phạm Hồng Sơn: Hệ thống điều khiển DCS cho nhà máy sản xuất điện năng, nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, 2013.
- [2] Đỗ Văn Thắng, Giáo trình Vận hành Thiết bị lò hơi và Tuabin của nhà máy Nhiệt điện, NXB Giáo dục, 2008.
- [3] TS. Võ Quang Vinh, Dương Quốc Hưng: Chuyên đề điều khiển mờ, 2009
- [4] GS. TSKH Nguyễn Minh Tuyền: Bơm máy nén quạt trong công nghiệp, nhà xuất bản xây dựng, 2005
- [5] Đàm Xuân Hiệp, Trương Ngọc Tuấn, Trương Huy Hoàng, nguyên lý và các thiết bị trong nhà máy điện, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2006
- [6] Lò hơi trong công nghiệp sản xuất điện, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2010.
- [7] Nguyễn Thị Phương Hà. Lý thuyết điều khiển hiện đại, nhà xuất bản Đại học quốc gia TP HCM, 2012.
- [8] Tài liệu kỹ thuật Công ty nhiệt điện Uông Bí
1. <http://www.ebookbkmt.com/2015/11/ieu-khien-lo-hoi-tang-soi-cac-kien-thuc.html>
2. http://als.vn/vn/tin-tuc_phan-loai-noi-hoi-va-nguyen-ly-lam-viec-cua-noi-hoi.htm
3. http://als.vn/vn/tin-tuc_18-dieu-can-biet-khi-su-dung-noi-hoi.htm
4. http://als.vn/vn/tin-tuc_phan-loai-noi-hoi-va-nguyen-ly-lam-viec-cua-noi-hoi.htm
5. <http://kiemtailieu.com/luan-van/tai-lieu/ap-suat-chan-khong-buong-dot/1.html>

6. <http://tintailieu.vn/tai-lieu/buong-lua-lo-hoi-va-thiet-bi-dot-nhien-lieu-38416/>
7. <http://tailieu.vn/doc/ebook-lo-hoi-trong-cong-nghiep-san-xuat-dien-phan-1-nxb-khoa-hoc-va-ky-thuat-1783610.html>