

Tính linh hoạt trong vận hành các nhà máy nhiệt điện tại Việt Nam

Các cơ hội tăng cường tính linh hoạt tại Tổ máy 2
Nhà máy Vĩnh Tân và Tổ máy 4, Nhà máy Quảng
Ninh



Miễn trừ trách nhiệm

Báo cáo này được xây dựng trong khuôn khổ Chương trình Đối tác Năng lượng Việt Nam-Đan Mạch (DEPP3) của Cục Điều tiết Điện lực Việt Nam (ERAV) và Cục Năng lượng Đan Mạch (DEA). Báo cáo trình bày kết quả hợp tác nhưng không phản ánh quan điểm chính thức của ERAV.

Các chuyên gia đóng góp thông tin

Søren Hallberg Olsen, COWI, SHON@cowi.com

Alessandro Setti, Cục Năng lượng Đan Mạch, asds@ens.dk

Lời cảm ơn

Tài liệu được xây dựng với sự hỗ trợ của một số chuyên gia chủ chốt. Chúng tôi xin cảm ơn các đồng nghiệp tại *Cục Điều tiết Điện lực Việt Nam* (ERAV) và các cán bộ kỹ thuật của hai Nhà máy Điện *Quảng Ninh* và *Vĩnh Tân*, Cục Năng lượng Đan Mạch và COWI đã thảo luận và đóng góp ý kiến quý báu giúp chúng tôi nâng cao chất lượng của báo cáo.

Nguồn ảnh

Ảnh của tác giả Dan Meyers trên Unsplash.

Tóm tắt báo cáo

Sau khi Hội đồng Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) giới thiệu các phát hiện trong báo cáo đánh giá, các quốc gia trên thế giới đã cùng nhau xây dựng kế hoạch và phát triển các hệ thống điện trong tương lai, trong đó các nguồn năng lượng tái tạo (NLTT) sẽ đóng vai trò vô cùng quan trọng. Đan Mạch đang dẫn đầu cuộc đua tích hợp NLTT trong hệ thống điện ở châu Âu: 50% lượng điện tiêu thụ được đáp ứng bằng các nguồn NLTT, chẳng hạn như điện gió và điện mặt trời đến năm 2020. Việt Nam cũng có cùng một mục tiêu hoài bão như vậy, nhưng ở một quy mô khác. Đến năm 2045, Việt Nam dự kiến có sản lượng điện gấp ba lần so với hiện nay, đồng thời Việt Nam cũng các mục tiêu đầy tham vọng là một tỷ trọng lớn trong nhu cầu sẽ được đáp ứng bằng nguồn NLTT: năm 2019, chính phủ Việt Nam đã công bố mục tiêu đạt được mức trung hòa các-bon vào năm 2050.

Tỷ trọng năng lượng tái tạo đang ngày càng gia tăng dẫn đến các thách thức đối với phương thức vận hành hệ thống điện truyền thống và vai trò của các nhà máy nhiệt điện cũng trở nên quan trọng hơn. Do tính chất không cố định của các nguồn năng lượng tái tạo, các nhà máy nhiệt điện hiện phải xây dựng phương thức vận hành để điều chỉnh hoạt động sản xuất cho phù hợp với sản lượng điện không liên tục từ các nguồn năng lượng tái tạo. Tốc độ tăng giảm công suất nhanh hơn, mức tải tối thiểu thấp hơn và chi phí khởi động rẻ hơn sẽ là những yếu tố trọng tâm của hoạt động vận hành linh hoạt các nhà máy điện. Kinh nghiệm của Đan Mạch cho thấy, tại một trong những hệ thống điện có tỷ trọng điện tái tạo lớn nhất (lên tới 50% vào năm 2019), một phương pháp tiếp cận phù hợp về sự linh hoạt của nhà máy nhiệt điện có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích hợp năng lượng tái tạo mà không ảnh hưởng đến sự ổn định của lưới điện và hoạt động của các đơn vị phát điện.

Từ rất lâu trước khi có NLTT, hầu hết các nhà máy điện ở Đan Mạch đều vận hành không quá linh hoạt (tốc độ tăng giảm công suất điển hình là khoảng 1%/phút và mức tải tối thiểu thường khoảng 50-70%), vì tất cả các nhà máy này đều có vai trò là nhà máy điện chạy nền. Sau đó, nhờ rất nhiều nỗ lực ở cấp quốc gia, TSO, điều độ và nhà máy, các nhà máy hiện đã đạt đến mức độ linh hoạt thuộc nhóm cao nhất trên thế giới: tốc độ tăng giảm công suất trung bình cao hơn 4%/phút và mức tải tối thiểu có thể giảm tới 20-25%.

Báo cáo này tập trung nghiên cứu tính linh hoạt trong vận hành các nhà máy nhiệt điện, tìm hiểu các cơ hội tiềm năng để tăng tính linh hoạt ở tổ máy số 4 của nhà máy nhiệt điện Quảng Ninh và tổ máy số 2 của nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân. Dựa trên phân tích kỹ thuật của hai nhà máy nhiệt điện, báo cáo đề xuất điểm chuẩn, so sánh các nhà máy điện được chọn với các điều kiện điển hình trong bối cảnh của Đan Mạch và đề xuất các biện pháp can thiệp, dựa trên kinh nghiệm của Đan Mạch. Mục đích của báo cáo nhằm chia sẻ thông tin chi tiết về giải pháp nâng cao tính linh hoạt cho hai nhà máy điện được phân tích và tạo cơ sở cho một dự án thí điểm nghiên cứu tính linh hoạt và khả năng tải tối thiểu.

Mục lục

Tóm tắt báo cáo.....	2
Mục lục	4
Danh mục hình ảnh	6
Danh mục bảng biểu	7
Danh mục từ viết tắt.....	8
1. Giới thiệu.....	9
2. Mô tả nhà máy	11
2.1. Tổ máy 4 Nhà máy nhiệt điện Quảng Ninh.....	11
2.2. Tổ máy 2 Nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân	12
3. Cơ hội tiềm năng, năng lực và giả định	14
3.1. Các biện pháp can thiệp tiềm năng để tăng cường tính linh hoạt của nhà máy	14
3.1.1. Tổ máy 4 Nhà máy nhiệt điện Quảng Ninh: Đề xuất tải thấp.....	18
3.1.2. Tổ máy 2 Nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân: Đề xuất tải thấp.....	20
3.1.3. Khuyến nghị.....	21
4. Kinh nghiệm chung từ các nhà máy điện của Đan Mạch	22
4.1. Chất lượng nhiên liệu	22
4.2. Chuẩn bị nhiên liệu - Máy nghiền	23
4.3. Đốt nhiên liệu - Buồng đốt	24
4.4. Đốt nhiên liệu - Lò	25
4.5. Bộ giám sát ngọn lửa.....	26
4.6. Đốt với hàm lượng NOx thấp.....	27
4.7. Tóm tắt về các cải tiến của Đan Mạch.....	28
5. Ví dụ về các vòng điều khiển tại nhà máy điện Đan Mạch	30
5.1. Lò hơi và điều khiển tổ máy.....	31
5.1.1. Điều khiển tổ máy	31
5.1.2. Kiểm soát áp suất lò hơi.....	32
5.1.3. Nước cấp / điều khiển entanpy	33
5.2. Biểu đồ xu hướng từ quá trình vận hành và nhận xét.....	33
5.2.1. Xu hướng 1: Giảm tải trước chế độ tuần hoàn	34

5.2.2.	Xu hướng 2: Máy nghiền than bắt đầu vận hành ở tải không đổi.....	35
5.2.3.	Xu hướng 3: Máy nghiền than khởi động trong quá trình tăng giảm công suất....	36
5.2.4.	Xu hướng 4: Điều khiển thứ cấp, 100 MW.....	37
5.3.	Kiểm soát chế độ tuần hoàn lò hơi trực lưu	39
5.3.1.	Điều khiển mực nước bình thu	39
5.3.2.	Lưu lượng nước cấp	40
5.3.3.	Lưu lượng tuần hoàn tối đa.....	40
5.3.4.	Van lưu lượng tối thiểu cho bơm tuần hoàn.....	40
5.3.5.	Van phun nước NPSH.....	40
5.3.6.	Van điều khiển giữ nhiệt.....	41
5.3.7.	Chuyển sang chế độ tuần hoàn.....	41
5.3.8.	Chuyển sang chế độ trực lưu	41
5.3.9.	Hoạt động của tổ máy trong chế độ tuần hoàn	41
5.3.10.	Máy nghiền than	42
5.4.	Biểu đồ xu hướng từ quá trình vận hành.....	42
5.4.1.	Xu hướng 1: Chuyển sang chế độ tuần hoàn	42
5.4.2.	Xu hướng 2: Vài giờ ở chế độ tuần hoàn.....	44
5.4.3.	Xu hướng 3: Khởi động tổ máy	45
6.	Cách thức nhà máy điện của Đan Mạch tuân thủ quy định để tăng cường vận hành linh hoạt.....	47
6.1.	Trường hợp 1: Cập nhật tiêu chí dừng hoạt động đốt.....	47
6.2.	Trường hợp 2: Giới hạn nhiệt độ động lực trên ống dẫn áp suất cao.....	48
6.3.	Trường hợp 3: Tải tối thiểu ở mức 20% mà không cần thêm dầu.	49
6.4.	Trường hợp 4: Thử nghiệm đốt sinh khối.....	50
7.	Kết luận và các khía cạnh cần nhắc.....	53
7.1.	Bước tiếp theo	53
	Tài liệu tham khảo	55
	Phụ lục.....	56

Danh mục hình ảnh

Hình 1. Tổng quan về Tổ máy Nordjylland 3.....	31
Hình 2. Tổng quan về điều khiển tổ máy	32
Hình 3. Giới hạn điều khiển nước cấp	33
Hình 4. Đường cong xu hướng trong quá trình tăng giảm công suất đến mức tối thiểu Benson và chuyển sang chế độ tuần hoàn	35
Hình 5. Biểu đồ xu hướng điều khiển lò hơi trong quá trình khởi động máy nghiền than và tăng giảm công suất	36
Hình 6. Lò hơi và điều khiển tổ máy trong quá trình tăng giảm công suất và khởi động máy nghiền than.....	37
Hình 7. Biểu đồ xu hướng để điều khiển lò hơi và tổ máy trong quá trình cung cấp dịch vụ điều khiển thứ cấp.....	38
Hình 8. Logic điều khiển trong điều khiển chế độ tuần hoàn	39
Hình 9. Biểu đồ xu hướng chuyển từ chế độ trực lưu sang chế độ tuần hoàn	43
Hình 10. Biểu đồ xu hướng vận hành ở chế độ tuần hoàn.....	44
Hình 11. Biểu đồ xu hướng khởi động tổ máy	45
Hình 12. Biểu đồ phân tán x-y của nhiệt độ và áp suất.	49
Hình 13. Minh họa cấu hình máy nghiền sinh khối và than trong quá trình thử nghiệm.	51
Hình 14. Biểu đồ xu hướng cho tín hiệu máy quét ngọn lửa trong quá trình thử nghiệm đồng đốt sinh khối.	52

Danh mục bảng biểu

Bảng 1. Dữ liệu chính từ tài liệu của Quảng Ninh 4.	11
Bảng 2. Dữ liệu chính từ tài liệu của Vĩnh Tân 2.	13
Bảng 3: Thông số đốt đề xuất cho tải thấp tại Quảng Ninh	18
Bảng 4: Thông số đốt đề xuất cho tải thấp tại Vĩnh Tân.....	20
Bảng 5: Thông số kỹ thuật than của Nhà máy điện Quảng Ninh, Vĩnh Tân và nhà máy điện điển hình của Đan Mạch.	22

Danh mục từ viết tắt

AFRR	Dự phòng khôi phục tần số tự động
DEA	Cục Năng lượng Đan Mạch
FEGT	Nhiệt độ khí thoát của lò
HHV	Nhiệt trị cao
IEA	Cơ quan Năng lượng Quốc tế
IPCC	Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu
IR	Hồng ngoại
LDC	Trung tâm điều độ
LHV	Nhiệt trị thấp
MBCR	Công suất liên tục tối đa của Lò hơi
NPSH	Chiều cao cột áp hút thực
PA	Gió cấp một
P.F.	Nhiên liệu phun
NLTT	Năng lượng tái tạo
RES	Nguồn năng lượng tái tạo
RH	Bộ hâm nóng
RO	Công suất danh định
SA	Gió cấp hai
SH	Máy gia nhiệt siêu tốc
SBWL	Shanghai Boiler Works Ltd
TA	Gió cấp ba
TSO	Đơn vị vận hành hệ thống truyền tải
UBC	Các-bon không đốt cháy
UV	Cực tím

1. Giới thiệu

Sau khi Hội đồng Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) giới thiệu các phát hiện trong báo cáo đánh giá, các quốc gia trên thế giới đã cùng nhau xây dựng kế hoạch và phát triển các hệ thống điện trong tương lai, trong đó các nguồn năng lượng tái tạo (NLTT) sẽ đóng vai trò vô cùng quan trọng. Đan Mạch đang dẫn đầu cuộc đua tích hợp NLTT trong hệ thống điện ở châu Âu: 50% lượng điện tiêu thụ được đáp ứng bằng các nguồn NLTT, chẳng hạn như điện gió và điện mặt trời đến năm 2020. Việt Nam cũng có cùng một mục tiêu hoài bão như vậy, nhưng ở một quy mô khác. Đến năm 2045, Việt Nam dự kiến có sản lượng điện gấp ba lần so với hiện nay, đồng thời Việt Nam cũng các mục tiêu đầy tham vọng là một tỷ trọng lớn trong nhu cầu sẽ được đáp ứng bằng nguồn NLTT: năm 2019, chính phủ Việt Nam đã công bố mục tiêu đạt được mức trung hòa các-bon vào năm 2050.

Tỷ trọng năng lượng tái tạo đang ngày càng gia tăng dẫn đến các thách thức đối với phương thức vận hành hệ thống điện truyền thống và vai trò của các nhà máy nhiệt điện cũng trở nên quan trọng hơn. Do tính chất không cố định của các nguồn năng lượng tái tạo, các nhà máy nhiệt điện hiện phải xây dựng phương thức vận hành để điều chỉnh hoạt động sản xuất cho phù hợp với sản lượng điện không liên tục từ các nguồn năng lượng tái tạo. Tốc độ tăng giảm công suất nhanh hơn, mức tải tối thiểu thấp hơn và chi phí khởi động rẻ hơn sẽ là những yếu tố trọng tâm của hoạt động vận hành linh hoạt các nhà máy điện. Kinh nghiệm của Đan Mạch cho thấy, tại một trong những hệ thống điện có tỷ trọng điện tái tạo lớn nhất (lên tới 50% vào năm 2019), một phương pháp tiếp cận phù hợp về sự linh hoạt của nhà máy nhiệt điện có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích hợp năng lượng tái tạo mà không ảnh hưởng đến sự ổn định của lưới điện và hoạt động của các đơn vị phát điện.

Ở Đan Mạch, các nước châu Âu và các nước khác như Ấn Độ, phương án tăng cường tính linh hoạt của các nhà máy nhiệt điện hiện hữu – thường là nhiệt điện than - đã được minh chứng mang lại lợi ích kinh tế và là một bước đi thích hợp trong quá trình chuyển đổi từ hệ thống năng lượng dựa trên nhiên liệu hóa thạch sang năng lượng tái tạo.

Từ rất lâu trước khi có NLTT, hầu hết các nhà máy điện ở Đan Mạch đều vận hành không quá linh hoạt (tốc độ tăng giảm công suất điển hình là khoảng 1%/phút và mức tải tối thiểu thường khoảng 50-70%), vì tất cả các nhà máy này đều có vai trò là nhà máy điện chạy nền.

Sau đó, nhờ rất nhiều nỗ lực ở cấp quốc gia, TSO, điều độ và nhà máy, các nhà máy hiện đã đạt đến mức độ linh hoạt thuộc nhóm cao nhất trên thế giới: tốc độ tăng giảm công suất trung bình cao hơn 4%/phút và mức tải tối thiểu có thể giảm tới 20-25%. Ngoài ra, quá trình chuyển đổi diễn ra không chỉ do áp lực từ cấp cao hơn (ví dụ: quy chuẩn đầu nối lưới quy định mức tải tối thiểu của nhà máy) mà còn do chủ sở hữu/đơn vị vận hành nhà máy có thể nhận thấy bài toán kinh doanh hấp dẫn về kinh tế khi vận hành nhà máy một cách linh hoạt hơn.

Các kết quả tích cực thu được nhờ cải thiện mức độ linh hoạt của các nhà máy nhiệt điện, ví dụ như khả năng bù đắp phần lớn sản lượng điện tái tạo không cố định, cho thấy phương án này cũng có thể áp dụng tại Việt Nam.

Chính phủ Việt Nam và Chính phủ Đan Mạch hiện đang triển khai chương trình hợp tác cấp chính phủ để cùng nhau giải quyết các thách thức toàn cầu, thúc đẩy quá trình chuyển đổi năng lượng xanh và biến đổi khí hậu. Trong khuôn khổ chương trình hợp tác, năm 2020 Việt Nam và Đan Mạch đã khởi động giai đoạn ba Quan hệ Đối tác Năng lượng Việt Nam-Đan Mạch (DEPP III), một chương trình 5 năm dựa trên các sáng kiến song phương giữa Việt Nam và Đan Mạch. Mục tiêu của quan hệ đối tác là trao đổi kiến thức giữa các chuyên gia Đan Mạch và Việt Nam làm việc với các chủ đề liên quan trong lĩnh vực năng lượng tái tạo. Trọng tâm là chia sẻ kinh nghiệm tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của ngành điện phát thải các-bon thấp hơn đồng thời tích hợp tỷ trọng NLTT ở mức cao.

Trong năm 2022 và 2023, các cơ quan Việt Nam và Đan Mạch (DEA và ERAV) đã tham gia nhiều hoạt động chia sẻ kiến thức, chẳng hạn như các hội thảo, biên bản ghi nhớ và nhiều cuộc họp. Một trong những mục tiêu hợp tác là nghiên cứu các cơ hội tiềm năng để tăng tính linh hoạt về nhiệt và chạy tải thấp cho hai nhà máy được chọn: Quảng Ninh 4 và Vĩnh Tân 2. Trong bối cảnh này, các chuyên gia Đan Mạch đã đến thăm các nhà máy vào tháng 1 năm 2023 và sau khi thu thập thông tin kỹ thuật, tài liệu của cả hai nhà máy đã được nghiên cứu.

Phạm vi ban đầu của hoạt động là tiến hành phân tích bốn nhà máy điện, có tính đến các loại lò hơi và chất lượng than khác nhau. Tuy nhiên, danh sách các lựa chọn khả thi do ERAV cung cấp chỉ giới hạn ở bốn nhà máy tương tự nhau, gồm Quảng Ninh 4, Vĩnh Tân 2, Uông Bí và Vũng Áng 1. Do đó, nhóm nghiên cứu quyết định chỉ tập trung phân tích hai trong số bốn nhà máy này. Nhà máy được lựa chọn dựa trên các yếu tố như tính sẵn có dữ liệu, số năm vận hành nhà máy, vị trí địa lý đa dạng và thông số kỹ thuật công nghệ. Do các nhà máy điện có những điểm tương đồng, kết quả phân tích trong báo cáo này có thể dễ dàng ngoại suy cho các nhà máy còn lại.

Dựa trên phân tích kỹ thuật của hai nhà máy điện, báo cáo: 1) mô tả các khả năng tăng tính linh hoạt đối với hai nhà máy nhiệt điện đề xuất các biện pháp can thiệp dựa trên kinh nghiệm của Đan Mạch; 2) trình bày tổng quan về khả năng áp dụng của các nhà máy Đan Mạch để là cơ sở thúc đẩy việc triển khai áp dụng tương tự tại Vĩnh Tân 2 và Quảng Ninh.

Với mục đích chia sẻ và chuyển giao kiến thức, kinh nghiệm của Đan Mạch cho những đơn vị vận hành nhà máy về các thông lệ vận hành linh hoạt ở cấp độ nhà máy nhiệt điện. Báo cáo cung cấp thông tin chi tiết về giải pháp nâng cao tính linh hoạt cho hai nhà máy điện được phân tích và đặt cơ sở cho một dự án thí điểm nghiên cứu tính linh hoạt và khả năng tải tối thiểu.

2. Mô tả nhà máy

2.1. Tổ máy 4 Nhà máy nhiệt điện Quảng Ninh

Tổ máy 4 Nhà máy Nhiệt điện Quảng Ninh là tổ máy 300 MWe được đưa vào vận hành vào năm 2006. Lò hơi than Antraxit do Alstom thiết kế và Shanghai Boiler Works Ltd (SBWL) sản xuất. Thiết kế hệ thống đốt gián tiếp bao gồm nhiều buồng đốt kiểu xoáy được sắp xếp theo cấu trúc quay xuống với ngọn lửa hình chữ W. Các buồng đốt được bố trí trên gờ của thành phía trước và phía sau của lò đốt thành hai hàng, mỗi hàng có 16 buồng đốt. Hai máy nghiền cầu than cùng với máy phân loại động lực là thùng chứa bụi than trung gian, từ đó cấp nhiên liệu cho các buồng đốt qua các ống dẫn than 8 x 2. Lò hơi được trang bị hai hệ thống Gió cấp một (PA) song song, hai hệ thống Gió cấp hai (SA) song song và hai hệ thống khí thải song song. Hệ thống khí thải có chứa hệ thống FGD để khử lưu huỳnh. Bộ quá nhiệt được bố trí cùng với hai bộ điều nhiệt dạng phun. Bộ gia nhiệt lại được kiểm soát nhiệt độ ở đầu vào của bộ gia nhiệt lại bằng bộ điều nhiệt dạng phun. Tua bin gồm hai tổ máy cánh bướm, một tổ hợp áp suất cao và áp suất không đổi và một tuabin áp suất thấp dòng kép. Phần ngưng tụ được gia nhiệt sơ bộ tại bốn bộ gia nhiệt sơ bộ áp suất thấp, bộ khử khí/bể chứa nước cấp, và nước cấp được gia nhiệt sơ bộ tại ba bộ gia nhiệt sơ bộ áp suất cao.

		BMCR	RO	75% RO	60% RO
Máy phát điện tổng	MW	-	300	225	180
Lưu lượng hơi nước	t/h	995	882,7	639,4	518,9
Nhiệt độ hơi nước (đầu ra)	°C	541	540	539	539
Áp suất hơi (đầu ra)	kg/cm ² g	176,3	174,7	149	121,9
Đầu vào áp suất không đổi	t/h	849,4	756,5	555,0	443,8
Nhiệt độ đầu vào áp suất không đổi	°C	538	538	538	538
Áp suất đầu vào không đổi	kg/cm ² g	33,7	30,1	22,1	18,0
Nhiệt độ nước cấp	°C	281	273	254	243
Than nhiệt trị thấp (đã đốt)	kcal/kg	4815	4815	4815	4815
Than nhiệt trị cao (đã đốt)	kcal/kg	4980	4980	4980	4980
Lượng than tiêu thụ	t/h	-	129,5	99,1	-
Than đốt (nhiệt trị thấp)	MW	-	725,2	554,9	-
Than đốt (nhiệt trị cao)	MW	-	750,0	574,0	-
Hiệu suất gộp (nhiệt trị thấp)	%	-	41,4	40,5	-
Hiệu suất gộp (nhiệt trị cao)	%	-	40,0	39,2	-

Bảng 1. Dữ liệu chính từ tài liệu của Quảng Ninh 4.

Tại lần kiểm tra bảo hành vào năm 2014, mức tải thấp 60% theo thiết kế đã không đạt được, chỉ đạt mức 70% (210 MW) – không thêm dầu.

Tổ máy đã giới hạn mức tải thấp ở mức 75%

2.2. Tổ máy 2 Nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân

Tổ máy 2 Nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân là tổ máy 622 MWe được đưa vào vận hành vào năm 2014. Lò hơi than Antraxit do Foster Wheeler thiết kế và Shanghai Boiler Works Ltd (SBWL) sản xuất. Thiết kế hệ thống đốt trực tiếp có chứa các buồng đốt kiểu xoáy được sắp xếp theo cấu trúc quay xuống với ngọn lửa hình chữ W. Các buồng đốt được bố trí trên gờ của thành phía trước và phía sau lò đốt thành hai hàng, mỗi hàng có 16 buồng đốt kiểu xoáy kép so le nhau và 36 lỗ thông hơi tới buồng đốt quá lửa tương ứng với từng buồng đốt than. Sáu máy nghiền cầu than đầu vào và đầu ra kép có bộ phân loại động lực cấp nhiên liệu trực tiếp cho các buồng đốt từ các ống dẫn than 6x6. Lò hơi được trang bị hai hệ thống Gió cấp một (PA) song song, hai hệ thống Gió cấp hai (SA) song song và hai hệ thống khí thải song song. Hệ thống khí thải có chứa hệ thống FGD để khử lưu huỳnh. Bộ quá nhiệt được bố trí cùng với hai bộ điều nhiệt dạng phun. Bộ gia nhiệt lại được kiểm soát nhiệt độ ở đầu vào của bộ gia nhiệt lại bằng bộ điều nhiệt dạng phun. Tua bin gồm ba tổ máy cánh bướm, một tổ máy kết hợp giữa áp suất cao và áp suất không đổi và hai tuabin áp suất thấp dòng kép. Phần ngưng tụ được gia nhiệt sơ bộ tại bốn bộ gia nhiệt sơ bộ áp suất thấp, bộ khử khí/bể chứa nước cấp, và nước cấp được gia nhiệt sơ bộ tại ba bộ gia nhiệt sơ bộ áp suất cao.

		BMCR	RO	75%	70%
Máy phát điện tổng	MW	-	621	480	-
Lưu lượng hơi nước	t/h	2033	1939	1397	1259
Nhiệt độ hơi nước (đầu ra)	°C	541	541	541	541
Áp suất hơi (đầu ra)	MPa.g	17,5	17,42	17,00	15,47
Đầu vào áp suất không đổi	t/h	1718	1643	1207	1095
Nhiệt độ đầu vào áp suất không đổi	°C	541	541	541	541
Áp suất đầu vào không đổi	MPa.g	3,82	3,68	2,72	2,46
Nhiệt độ nước cấp	°C	282	279	259	253
Than nhiệt trị thấp (đã đốt)	kJ/kg	19494	19494	19494	19494
Than nhiệt trị cao (đã đốt)	kJ/kg	19995	19995	19995	19995
Lượng than tiêu thụ	t/h	300,9	289,6	224,1	205,2
Than đốt (nhiệt trị thấp)	MW	1629,4	1568,2	1213,5	1111,2
Than đốt (nhiệt trị cao)	MW	1671,2	1608,5	1244,7	1139,7

Hiệu suất gộp (nhiệt trị thấp)	%	-	39,6	39,6	-
Hiệu suất gộp (nhiệt trị cao)	%	-	38,6	38,6	-

Bảng 2. Dữ liệu chính từ tài liệu của Vĩnh Tân 2.

Tải trọng ổn định tối thiểu theo tài liệu khi không thêm dầu là 70%. Theo tài liệu, lò hơi có thể hoạt động trong phạm vi tải 50-100% của BMCR, với điều kiện duy trì hơi quá nhiệt và gia nhiệt lại.

3. Cơ hội tiềm năng, năng lực và giả định

Theo phân tích chi tiết dữ liệu cung cấp cho Tổ máy 4 Nhà máy nhiệt điện Quảng Ninh và Tổ máy 2 Nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân, phần này lên danh sách các cơ hội tiềm năng và khả năng tăng công suất linh hoạt cho các nhà máy điện đang được nghiên cứu. Danh sách này được đề xuất cho cả hai nhà máy, vì các cơ hội được đề xuất đều phù hợp với cả hai tổ máy.

Cả hai lò hơi đều là kiểu hình trống với các hệ thống đốt tuần hoàn và quay xuống tự nhiên (Vĩnh Tân 2) và có điều khiển (Quảng Ninh 4) với ngọn lửa hình chữ W.

Khó khăn chính đối với loại lò hơi và hệ thống đốt này là đặc tính của than antraxit do lượng chất dễ bay hơi rất hạn chế. Lượng chất dễ bay hơi cao, như trong than bitum xám, sẽ đẩy nhanh quá trình bắt cháy dễ dàng. Do đó, than antraxit vốn rất khó bắt cháy, cần nhiệt độ ngọn lửa và thời gian ổn định cao hơn thì mới bắt cháy được. Nhiệt độ ngọn lửa cao là cần thiết để giải phóng các chất dễ bay hơi.

Lò hơi và hệ thống đốt là trọng tâm chính của công việc này. Các hệ quả đối với hệ thống tuabin và bình ngưng vẫn chưa được xem xét đến trong các điều tra về tăng độ ẩm ở đầu ra của tuabin áp suất thấp gây nguy cơ ăn mòn.

Bộ gia nhiệt sơ bộ hơi nước gió cấp một đã lắp đặt được cho là có thể duy trì nhiệt độ của bộ gia nhiệt sơ bộ khí tái tạo trong thời gian tải thấp để chống ăn mòn bộ gia nhiệt sơ bộ khí. Giả định này phải được kiểm tra lại với các đội kỹ thuật.

3.1. Các biện pháp can thiệp tiềm năng để tăng cường tính linh hoạt của nhà máy

Dựa trên dữ liệu phân tích, cần phải xem xét nhiều biện pháp can thiệp, kể cả từ góc độ vận hành và cải tiến. Xét thấy kiểu nhà máy này rất phổ biến trong hệ thống điện Việt Nam, các biện pháp can thiệp tương tự sau đó có thể được nhân rộng cho tất cả các nhà máy điện khác cùng loại.

0. Điều kiện tiên quyết:

a) Tăng mức độ bảo trì của hệ thống đốt.

Điều kiện tiên quyết cơ bản là thiết bị quan trọng phải ở trạng thái tốt nhất có thể. Đặc biệt:

- i. Máy nghiền than
- ii. Cánh của bộ phân loại
- iii. Bộ giảm chấn SA và bộ truyền động
- iv. Ống dẫn của buồng đốt và bộ giảm chấn
- v. Hệ thống quét ngọn lửa

b) Dải đo được mở rộng để bao gồm cả tải trong thấp.

Độ chính xác của các kết quả đo lưu lượng đặc biệt có thể giảm đi khi tải thấp và ảnh hưởng xấu đến các vòng điều khiển tương ứng như điều khiển lưu lượng PA và phun quá nhiệt.

1. Các biện pháp để đạt tải thấp:

Các biện pháp chính:

a) Giảm số lượng máy nghiền đang hoạt động và duy trì tải của máy nghiền ở mức tương đối cao.

Bằng biện pháp này, vận tốc của hệ thống đốt sẽ không bị ảnh hưởng và ngọn lửa sẽ duy trì ổn định. Điều cần thiết là vận hành các buồng đốt ở thành phía trước và phía sau đối diện nhau để duy trì hình dạng ngọn lửa hình chữ W và đảm bảo nhiệt độ ngọn lửa cao.

Biện pháp này được ưu tiên hơn so với biện pháp giảm tải máy nghiền và duy trì hoạt động của tất cả các máy nghiền và lò đốt.

Các biện pháp phụ:

c) Không sử dụng Bộ gia nhiệt nước cấp áp suất cao.

Việc không sử dụng các bộ gia nhiệt nước cấp sẽ giúp giảm giới hạn tải tối thiểu thấp hơn. Hiệu quả sẽ giảm và lượng điện tiêu thụ sẽ giảm.

d) Tăng áp suất Bình ngưng.

Áp suất bình ngưng tăng lên sẽ giảm công suất đầu ra và đảm bảo hàm lượng giọt nước trong ống xả của tuabin. Giới hạn sẽ được xác định bởi phạm vi hoạt động cho phép của tuabin.

e) Tăng nhiệt độ khí thải / giảm nhiệt độ khí đốt.

Cần nhắc việc không sử dụng bộ gia nhiệt sơ bộ và/hoặc bộ tiết kiệm.

Giảm nhiệt đầu vào lò từ hệ thống khí đốt sẽ làm giảm lượng hơi nước và công suất đầu ra.

2. Các biện pháp cải thiện quá trình đốt.

Để cải thiện quá trình đốt mà không cần thêm dầu, nên áp dụng một số biện pháp sau. Quá trình đốt được cải thiện sẽ giúp giảm tải. Danh sách này không theo thứ tự ưu tiên và là một danh sách các cơ hội tiềm năng chưa đầy đủ:

- a) Chủ động sử dụng bộ gia nhiệt sơ bộ không khí bằng hơi nước (SAPH) để tăng nhiệt độ ngọn lửa.
 Ở mức tải thấp hơn, nhiệt độ khí đốt cũng như nhiệt độ khí thải sẽ tự giảm. Nhiệt độ khí đốt và khí thải đầu ra đều được duy trì trong quá trình vận hành SAPH. Nếu hơi nước cấp của SAPH được cấp từ tuabin xả không được kiểm soát, áp suất/nhiệt độ trong SAPH sẽ giảm xuống khi tải giảm xuống thấp hơn và có thể không đủ. Có thể giảm thiểu hiện tượng này bằng cách bố trí lại hệ thống xả của SAPH. Sử dụng SAPH sẽ làm tăng hiệu quả của nhà máy.
- b) Lắp đặt tuần hoàn khí thải.
 Tuần hoàn khí thải nóng sẽ làm tăng nhiệt độ ngọn lửa và xả các chất dễ bay hơi nhanh hơn và nhờ đó làm cho quá trình đốt được ổn định. Nhiệt độ khí thải tuần hoàn phải càng cao càng tốt, trên thực tế là 400-500°C. Biện pháp này được sử dụng tốt nhất cho các máy nghiền than hoạt động song song với tải thấp.
- c) Giảm lượng O₂ trong khí xả.
 Lượng oxy càng thấp thì nhiệt độ ngọn lửa càng cao. Tuy nhiên, lượng O₂ không được quá thấp, vì nó có thể ảnh hưởng đến sự phân phối của khí đốt thứ cấp. Điều bắt buộc là bộ giảm chấn SA phải duy trì được phạm vi kiểm soát. Trên thực tế, lượng O₂ sẽ phải được giảm xuống bằng thủ công trong khi vẫn phải quan sát bộ giảm chấn SA.
- d) Dòng bụi than từ máy nghiền đến lò đốt phải được phân bố càng "đều" càng tốt .
 Tối ưu hóa mật độ phân bố là điều cần thiết.
- e) Có thể tối ưu hoá độ mịn bụi than từ đầu ra của máy nghiền bằng cách điều chỉnh cài đặt bộ phân loại, nhưng không làm giảm công suất máy nghiền ở mức tải tối đa. Độ mịn càng cao thì quá trình cháy càng suôn sẻ và ổn định.
- f) Tối ưu hóa biểu đồ tỷ lệ khí/than cho các máy nghiền than .
 Tỷ lệ khí/than có thể không ở mức tối ưu. Do đó nên thay đổi tỷ lệ và quan sát quá trình đốt và ngọn lửa.
- g) Xác định tải trong máy nghiền tốt nhất khi độ ổn định ngọn lửa ở mức tối ưu .
 Phải xác định tải trọng máy nghiền ổn định nhất và tốt nhất. Rất nhiều thông số có ảnh hưởng và sẽ phải được nghiên cứu trong một thử nghiệm có kiểm soát và có hệ thống.

- h) Mật độ phân phối khí đốt thứ cấp tốt nhất có thể giữa các buồng đốt ở mỗi cấp buồng đốt (từ cùng một máy nghiền) bằng cách điều chỉnh bộ giảm chấn phân phối gió cấp 2 (SA).
- i) Bộ lọc tro thô trong ống dẫn khí sau bộ gia nhiệt sơ bộ khí tái tạo.
Ý tưởng là giảm lượng tro trong khu vực buồng đốt để bắt cháy và phát hiện ngọn lửa dễ hơn. Bộ gia nhiệt sơ bộ khí tái tạo rò rỉ tro bay vào hệ thống khí đốt. Tro bay trong hệ thống đốt sẽ làm ăn mòn và mài mòn ống dẫn khí.
Đây là một ý tưởng mới chưa được thử nghiệm ở các nhà máy của Đan Mạch.
- j) Tối ưu hóa tổng thể các máy quét ngọn lửa hiện có để vận hành ở mức tải thấp hơn, ví dụ: xem xét vị trí/góc, các mức buồng đốt khác nhau, loại/chất lượng than
- k) Lắp đặt thiết bị quét ngọn lửa mới tốt hơn cho mỗi buồng đốt.
- l) Lắp đặt buồng đốt mới tốt hơn.
OEM và các nhà sản xuất buồng đốt khác sẽ phải liên hệ để hỏi xem có các loại buồng đốt mới và chất lượng tốt hơn hay không.
- m) Tối ưu hóa các vòng điều khiển .
Các vòng điều khiển thường chỉ tối ưu ở mức tải danh nghĩa và cần tính toán cho mức tải thấp:
- Kiểm soát lượng O_2 – lưu lượng SA
 - Điều khiển phun khử quá nhiệt
 - Kiểm soát nước cấp
 - Kiểm soát mức trống lò hơi

3.1.1. Tổ máy 4 Nhà máy nhiệt điện Quảng Ninh: Đề xuất tải thấp

Bảng 3Đưa ra các thông số đốt cho ba mục tiêu tải thấp có thể, 60%, 50% và 40%. Mức 70% đã được kiểm định trong lần nghiệm thu hiệu suất vào năm 2014 nhưng dự kiến sẽ được kiểm định lại. Mức tải thấp đề xuất sẽ đạt được bằng cách giảm số lượng buồng đốt đang hoạt động và duy trì mức tải toàn phần cho các buồng đốt đang hoạt động. Dự kiến vận hành lò đốt trung tâm, và ngừng vận hành các lò đốt ngoài cùng gần các gờ hai bên.

Điện năng	%	100%	70%	60%	50%	40%
Tải trọng nhà máy	MW	300	210	180	150	120
Không có buồng đốt	#	32	24	24	16	16
Tải buồng đốt ¹⁾	%	100	93	80	100	80
Kết hợp buồng đốt	Hàng trước	F1-F8	F2-F7	F2-F7	F3-F6	F3-F6
	Hàng sau	R1-R8	R2-R7	R2-R7	R3-R6	R3-R6
Than – tổng	t/h	129,5	91	78	65	52
Than mỗi buồng đốt	t/h	4,0	3,8	3,2	4,0	3,2
nhiệt trị thấp (4815 kcal/kg)	MJ/kg	20,16	20,16	20,16	20,16	20,16
Nhiên liệu đốt	MW	725	508	435	363	290

Bảng 3: Thông số đốt đề xuất cho tải thấp tại Quảng Ninh

1) Tải buồng đốt được tính tương ứng với tải 100% tham chiếu.

Ở mức tải 70% và 60%, 8 buồng đốt ngoài cùng được đề nghị loại bỏ. Ở mức 50% và 40%, 16 buồng đốt ngoài cùng được loại bỏ.

Đề xuất áp dụng cấu hình buồng đốt tải thấp để đảm bảo hiệu quả của buồng đốt cao và ổn định trong khi vẫn duy trì nhiệt độ ngọn lửa cao theo yêu cầu.

Cấu hình đề xuất là cấu hình buồng đốt bất thường và OEM sẽ phải được tư vấn trước khi thực hiện.

Nên thêm dầu khi số lượng buồng đốt hoạt động giảm đi. Nếu thử nghiệm thành công, nên thử giảm tải mà không cần thêm dầu.

Nên vận hành tải thấp với % O₂ tương đối cao vì sẽ giúp tăng cả nhiệt độ gia nhiệt lại - khí thải.

Điều kiện tiên quyết để đạt được mức tải thấp này là nhiệt độ khí đốt được duy trì ở mức cao nhất có thể được đảm bảo bằng cách sử dụng bộ gia nhiệt sơ bộ khí hơi nước.

3.1.2. Tổ máy 2 Nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân: Đề xuất tải thấp

Bảng 4 đưa ra các thông số đốt cho bốn mục tiêu tải thấp có thể có, dựa trên việc ngừng vận hành các lò đốt ngoài cùng gần các gờ hai bên.

Điện năng	%	100%	70%	60%	50%	40%
Tải trọng nhà máy	MW	621	435	372	310	248
Không có buồng đốt	#	36	30	24	18	18
Tải buồng đốt ¹⁾	%	100	84	90	100	80
Than – tổng	t/h	289,6	205,2	174	145	116
Than mỗi buồng đốt	t/h	8,0	6,8	7,2	8,0	6,4
Nhiệt trị thấp	MJ/kg	19.494	19.494	19.494	19.494	19.494
Nhiên liệu đốt	MW	1568	1098	941	784	627

Bảng 4: Thông số đốt đề xuất cho tải thấp tại Vĩnh Tân

1) Tải buồng đốt được tính tương ứng với tải 100% tham chiếu.

Ở mức tải 60%, 12 buồng đốt ngoài cùng được đề nghị loại bỏ. Ở mức 50% và 40%, 18 buồng đốt ngoài cùng được loại bỏ.

Đề xuất áp dụng cấu hình buồng đốt tải thấp để đảm bảo hiệu quả của buồng đốt cao và ổn định trong khi vẫn duy trì nhiệt độ ngọn lửa cao theo yêu cầu.

Cấu hình đề xuất là cấu hình buồng đốt bất thường và OEM sẽ phải được tư vấn trước khi thực hiện.

Nên thêm dầu khi số lượng buồng đốt hoạt động giảm đi. Nếu thử nghiệm thành công, nên thử giảm tải mà không cần thêm dầu.

Nên vận hành tải thấp với % O₂ tương đối cao vì sẽ giúp tăng cả nhiệt độ gia nhiệt lại - khí thải.

Điều kiện tiên quyết để đạt được mức tải thấp này là nhiệt độ khí đốt được duy trì ở mức cao nhất có thể được đảm bảo bằng cách sử dụng bộ gia nhiệt sơ bộ khí hơi nước.

3.1.3. Khuyến nghị

Để đạt được mức tải thấp cần thiết về mặt lý thuyết có vẻ không phức tạp, nhưng trên thực tế lại rất khác.

Sự thay đổi về chất lượng than là thông số chính được đề xuất chú trọng đầu tiên. Cả hai nhà máy đều được khuyên nên áp dụng các biện pháp giảm thiểu sự thay đổi về chất lượng. Các đề xuất dưới đây chỉ là đề xuất của chuyên gia dựa trên dữ liệu nhận được. Tuy nhiên, cần cân nhắc thêm về tính khả thi của các giải pháp đó.

- Tăng cường trộn than tại bãi chứa than.
- Xác định mỏ hoặc giếng than có chất lượng than ổn định hơn.
- Dành riêng các vị trí trong bãi chứa than có các chất lượng than khác nhau.
- Xác định thời điểm thay đổi chất lượng than đến buồng đốt trước và sau khi thêm dầu.

Điều kiện tiên quyết để quá trình được thực hiện thành công là tất cả các thiết bị phải ở trong tình trạng bảo trì tốt và không bị hao mòn. Biện pháp tốt nhất là kiểm tra hiệu suất ban đầu để chắc chắn rằng các thiết bị chính tuân thủ các thông số kỹ thuật.

Nên triển khai tất cả các biện pháp có thể thực hiện được mà không cần đầu tư mua thiết bị mới càng sớm càng tốt, bao gồm:

- Tối ưu hóa hiệu suất máy nghiền:
 - Điều chỉnh bộ phân loại
 - Biểu đồ tỷ lệ khí/than
 - Tải máy nghiền
 - Phân phối than và không khí trong ống dẫn than
- Tối ưu hóa mật độ phân bố SA
- Tối ưu hóa máy quét ngọn lửa

Để tối ưu hóa, cần đo chất lượng nhiên liệu được nghiền của than bằng cách lấy mẫu từ từng ống dẫn than và phân tích UBC.

Chúng tôi đề xuất thành lập một nhóm công tác nhỏ gồm có nhân viên vận hành và bảo trì cũng như kỹ thuật nhà máy (kỹ sư đốt và điều khiển). Nhóm này sẽ lập báo cáo ghi lại quá trình và kết quả tối ưu hóa.

Chỉ như vậy mới có thể tiến hành thử nghiệm tải trọng thấp đầu tiên được. Chúng tôi khuyến nghị nên ghi chép lại tải trọng thấp thông thường trong thử nghiệm trước.

4. Kinh nghiệm chung từ các nhà máy điện của Đan Mạch

Chương này đưa ra điểm mốc, so sánh các nhà máy điện được chọn có các điều kiện điển hình trong bối cảnh của Đan Mạch. Mục đích là để đặt vào ngữ cảnh và đưa ra giải thích cho các biện pháp can thiệp đề xuất ở Chương 3 cũng như nêu các trường hợp đã áp dụng thành công các biện pháp can thiệp tương tự tại các nhà máy điện của Đan Mạch. Đây cũng là cơ hội để chia sẻ kiến thức về phương thức vận hành nhà máy điện của Đan Mạch nhằm truyền cảm hứng cho các đồng nghiệp tại Quảng Ninh và Vĩnh Tân.

4.1. Chất lượng nhiên liệu

Chương này tóm tắt kinh nghiệm của Đan Mạch với than mức thấp và tải thấp.

Vì Đan Mạch không có mỏ than nên tất cả than ở các nhà máy của Đan Mạch được nhập khẩu từ khắp nơi trên thế giới, như từ Ba Lan, Colombia và Nam Phi. Than nhập khẩu thường là than bitum có độ bay hơi cao trái ngược với than chất lượng thấp hơn của các nhà máy tại Việt Nam. Do đó, kinh nghiệm của Đan Mạch dựa trên nhiều loại than khác nhau, có thể khác với than mức thấp.

Than bitum dễ bay hơi thường phổ biến trong mẫu dịch than quốc tế, trong khi đó, than subbitum chất lượng thấp hơn và đặc biệt là than antraxit và than non được sử dụng trong các nhà máy điện gần mỏ.

Theo dữ liệu Thiết kế, than sử dụng tại Quảng Ninh và Vĩnh Tân là than antraxit cao cấp. Antraxit được định nghĩa là than có hàm lượng các-bon cao và hàm lượng chất dễ bay hơi thấp.

Nhà máy điện	Đan Mạch	Quảng Ninh	Vĩnh Tân
Chất lượng than	Điển hình	Thiết kế	Thiết kế
Nhiệt trị thấp, MJ/kg	25,5	20,2	19,5
Hàm lượng dễ bay hơi	31 %	8,5 %	6,4 %
Hàm lượng tro	10 %	34,3 %	33 %
Các-bon cố định	44 %	49,1 %	52,5 %
Tổng độ ẩm	14 %	8,1 %	8 %
Tỷ lệ nhiên liệu (FC/VC)	1,4	5,8	8,2
Loại than	Trung bình	Cao	Cao

Bảng 5: Thông số kỹ thuật than của Nhà máy điện Quảng Ninh, Vĩnh Tân và nhà máy điện điển hình của Đan Mạch.

Tỷ lệ các-bon cố định so với chất dễ bay hơi (tỷ lệ nhiên liệu) biểu thị khả năng bắt cháy và cháy hết của than. Tỷ lệ trên 1,5 có nghĩa là than khó cháy, và tỷ lệ dưới 1,5 có nghĩa là than dễ bắt cháy. Vì vậy, than Việt Nam là loại than rất khó cháy.

Theo kinh nghiệm đốt than nhập khẩu trên toàn thế giới của Đan Mạch trong các lò hơi của nhà máy điện, chất lượng than của Việt Nam ở mức "cuối cùng" trong phổ than để đảm bảo chắc chắn bắt cháy, đặc biệt khi phụ tải lò hơi ở mức thấp. Các nhà máy điện của Đan Mạch sử dụng than có hàm lượng chất dễ bay hơi > 20 % và hàm lượng tro tối đa 10-15%. Hàm lượng tro cao trong than Việt Nam dự kiến sẽ làm giảm khả năng bắt cháy của than và do đó làm giảm tốc độ bắt cháy. Ví dụ: đối với than có 30% chất dễ bay hơi, tốc độ bắt cháy với hàm lượng tro 10% có thể là 12,5 m/s, nhưng với hàm lượng tro 35% thì chỉ ở mức 7,5 m/s. Tốc độ bắt cháy của một loại than cũng phụ thuộc vào thành phần (nhiệt trị) của các chất dễ bay hơi. Hàm lượng hydro trong các loại than Việt Nam rất hạn chế và là nguyên nhân khiến hàm lượng chất dễ bay hơi thấp.

4.2. Chuẩn bị nhiên liệu - Máy nghiền

Than thô được nghiền thành bụi và sấy khô trong máy nghiền than và vận chuyển đến buồng đốt. Công suất của máy nghiền phụ thuộc vào loại than (Chỉ số Hardgrove, Độ ẩm) và độ mịn của bụi được nghiền (nhiên liệu phun).

Đan Mạch đã và đang sử dụng các loại máy nghiền khác nhau: Máy nghiền vòng bi (Babcock 10 E, 8.5 E), máy nghiền con lăn (MPS 180, 160), máy nghiền con lăn Loesche và máy nghiền ống (Stein Industrie).

Các máy nghiền than mới hơn được tích hợp các bộ phân loại động lực để kiểm soát độ mịn của nhiên liệu phun (p.f.) cho các buồng đốt (để cải thiện khả năng bắt cháy và cháy hết, đặc biệt là ở mức tải thấp).

Phân phối nhiên liệu được nghiền cho các buồng đốt phải có độ lệch +/- 5% so với mức trung bình (100%) trên mỗi buồng đốt, điều này rất khó đạt được ở hầu hết các tổ máy do dòng chảy hai pha trong hệ thống máy nghiền / ống.

Hệ thống máy nghiền / ống dẫn than tối ưu được cho là bao gồm máy nghiền có bộ phân loại động lực, một đầu ra nhiên liệu được nghiền, hộp chia nhỏ để phân phối nhiên liệu và ống dẫn nhiên liệu được nghiền tới các buồng đốt có lực cản không khí sạch bằng nhau.

Bản thân bộ phân loại động lực không thể đảm bảo lượng phân phối nhiên liệu được nghiền bằng nhau từ đỉnh máy nghiền tới đầu ra của các ống.

Lượng phân phối bụi nhiên liệu không đều đến các buồng đốt thường là do các hạt thô của nhiên liệu từ máy nghiền.

Các hạt than thô không cháy nhanh, dễ cháy và cháy sạch như các hạt mịn. Các hạt càng mịn thì quá trình đốt sẽ càng tốt. Trang bị thêm các bộ phân loại động lực là một trong những biện pháp chính được thực hiện khi nhằm tăng tính linh hoạt.

Nhiều máy nghiền Đan Mạch đã được cải tiến:

- Ống dẫn than trung tâm dài hơn để kiểm soát việc phân phối than trên bàn nghiền than được tốt hơn.
- Vành vôi phun được cải tiến có cánh dẫn hướng.
- Lắp đặt các vòng làm lệch hướng/loại trừ khác nhau để duy trì tuần hoàn nhiên liệu trên bàn nghiền.

4.3. Đốt nhiên liệu - Buồng đốt

Trong buồng đốt, bụi than từ máy nghiền được trộn với khí đốt và được đốt cháy.

Để bắt cháy tốt, ổn định, cần giữ cho lượng nhiên liệu được nghiền ổn định từ máy nghiền đến buồng đốt, tức là không có va đập từ máy nghiền hoặc chất lắng trong hệ thống đường ống.

Điều quan trọng là phải giữ tốc độ dòng Gió cấp một (PA) tại đầu ra của ống dẫn nhiên liệu được nghiền của buồng đốt được điều chỉnh theo tốc độ bắt cháy than thực tế đối với loại than được sử dụng. Vận tốc SA quá thấp có thể gây ra hiện tượng cháy sớm hoặc cháy ngược vào buồng đốt và vận tốc quá cao sẽ làm mất ổn định quá trình bắt cháy (ngọn lửa lâu, các-bon không đốt cháy trong tro bay).

Tuy nhiên, trong máy nghiền, lượng PA đi vào quy trình nghiền phải (với điều kiện than sấy khô không bị ẩm) bằng lượng nhiên liệu được nghiền ở đầu ra của buồng đốt và do đó sẽ ảnh hưởng đến sự bố trí của vành vôi phun của máy nghiền.

Hơn nữa, lượng PA trong hệ thống ống dẫn nhiên liệu được nghiền phải đủ để tránh hiện tượng lắng nhiên liệu được nghiền ở các đoạn ngang hoặc uốn cong – kể cả với tải thấp. Phải giải quyết các vấn đề về ăn mòn có thể xảy ra theo cách khác. Các chỗ uốn cong thường được gia cố bằng các tấm ốp bằng gốm có độ bền cao.

Ở đầu ra của buồng đốt, nhiên liệu phun được trộn với khí đốt để có tỷ lệ cân bằng hóa học khí/nhiên liệu chính xác.

Nếu tỷ lệ khí/nhiên liệu cao (lượng khí cao/lượng nhiên liệu được nghiền thấp), buồng đốt sẽ thải ra nhiều NOx và đốt cháy các hạt than.

Nếu tỷ lệ khí/nhiên liệu thấp (lượng khí thấp/lượng nhiên liệu được nghiền cao), buồng đốt sẽ thải ra ít NOx, nhưng lại nhiều CO và các-bon không đốt cháy trong tro bay.

Do đó, điều quan trọng là phải kiểm soát nhiên liệu cũng như khí đốt đến từng buồng đốt.

Thiết bị xoáy trong buồng đốt có thể giúp trộn PA và nhiên liệu phun đều hơn bằng cách xoắn và xoay PA.

Ở Đan Mạch, các tổ máy đốt than cũ có buồng đốt kiểu "xuyên tâm" (Babcock), trong khi các tổ máy mới có thiết bị xoáy hướng trục (Deutsche Babcock).

Buồng đốt than mới nhất của Đan Mạch (Burmeister & Wain Energy) có sử dụng vòng di động hướng trục với các cánh cố định. Khi di chuyển vòng xoáy này theo hình nón, không khí ít nhiều có thể đi ngang qua các cánh cố định trong vòng và do đó kiểm soát được cường độ xoáy của ngọn lửa.

Việc lắp thêm thiết bị xoáy có điều khiển là rất quan trọng để bắt cháy ổn định, đặc biệt là ở mức tải của buồng đốt thấp và hình dáng ngọn lửa (để tránh va chạm vào tường).

Tất cả các tổ máy đốt than của Đan Mạch đều được thiết kế dưới dạng các tổ máy nhiên liệu kép (than đá, dầu mazut nặng) và do đó các buồng đốt được trang bị thêm súng phun dầu trong từng ống dẫn nhiên liệu được nghiền của buồng đốt. Dầu mazut nặng thường chỉ được sử dụng trong quá trình khởi động.

Những nỗ lực đã được thực hiện để cải thiện việc đốt than trong các nhà máy điện của Đan Mạch:

- Nhiên liệu được nghiền từ các máy nghiền có độ mịn cao – bằng cách trang bị thêm các bộ phân loại động lực
- Nhiên liệu được nghiền từ cùng một nhóm máy nghiền được phân phối đều cho các buồng đốt
- Kiểm soát từng quá trình đốt (khí thứ cấp) cho từng buồng đốt
- Lắp đặt thiết bị xoáy có điều khiển (thiết bị truyền động) cho từng buồng đốt
- Kiểm soát các thao tác từ quá tải đến tải tối thiểu ở các buồng đốt thuộc cùng một nhóm máy nghiền
- Tín hiệu từ Máy quét Ngọn lửa đáng tin cậy từ từng buồng đốt khi đầy tải
- Nên vận hành các buồng đốt trong cùng một nhóm như nhau

4.4. Đốt nhiên liệu - Lò

Các ngọn lửa trong lò phải trông giống nhau, nhưng có hướng quay khác nhau (hướng xoáy khác nhau) và ngọn lửa không được chạm vào tường. Việc ngọn lửa chạm vào tường sẽ tạo ra CO, xỉ và dẫn tới nguy cơ ăn mòn.

Các hạt nhiên liệu phải được đốt cháy hết trong lò trước khi vào trục cuốn của bộ quá nhiệt.

Ở Đan Mạch, lượng các-bon không đốt cháy (UBC) phải < 4% các-bon trong tro bay để tái sử dụng trong ngành bê tông.

Dải nhiệt độ tại đầu ra của lò phải đều và có vòi phun của bộ khử quá nhiệt khắp lò hơi – từ bên này sang bên kia.

Lưu lượng trong lò được xác định do sự kết hợp các hướng xoáy của các buồng đốt đang hoạt động.

Các góc lò "mất cân bằng" hoặc "tối" có thể là do sự kết hợp các hướng xoáy của buồng đốt.

Ở chế độ tải thấp, nên chọn các mức buồng đốt đang hoạt động để đảm bảo quá trình xử lý nước/hơi dự kiến trong lò và bộ quá nhiệt và để đảm bảo nhiệt độ đầu ra của hơi từ Bộ quá nhiệt/Bộ gia nhiệt lại (SH/RH).

Tải kỹ thuật tối thiểu của lò hơi bị hạn chế bởi lượng nước/hơi tối thiểu, sẽ được nhà cung cấp thông báo .

Khi vận hành ở tải thấp trong thời gian dài (ngày), lò sẽ nguội dần, CO trong lò tăng lên, cho thấy hiệu suất đốt bị giảm đi. Cần trang bị máy theo dõi CO và cao nhiệt kế của lò để vận hành được an toàn.

Nếu sự phân phối nhiên liệu/khí cho các buồng đốt "không được tối ưu hóa", ngọn lửa hợp thức phụ (hoặc nhóm ngọn lửa) có thể dẫn đến ngọn lửa dài, ngọn lửa va chạm vào các thành lò đối diện và tạo xỉ.

Một số lò hơi của nhà máy điện Đan Mạch đốt một số các loại than của Nam Phi cần phải thổi muội than sâu trong lò, do tro màu trắng "bị mắc kẹt" (với SiO_2 , Al_2O_3), phủ lên thành lò.

4.5. Bộ giám sát ngọn lửa

Để đảm bảo bắt cháy an toàn, mỗi buồng đốt phải được trang bị một bộ giám sát/máy quét ngọn lửa lắp vào tám phía trước của buồng đốt và có ống quan sát qua máy ghi buồng đốt để có thể theo dõi nguồn gốc ngọn lửa.

Các thiết bị mới có thể sử dụng cáp quang, có camera ở buồng đốt vì khả thi hơn.

Thường đối với dầu mazut thì sử dụng bộ giám sát Tia cực tím (UV) và đối với ngọn lửa than thì sử dụng bộ giám sát Tia hồng ngoại (IR). Các bộ giám sát thực tế phải được tối ưu hóa cho từng loại buồng đốt cụ thể (NO_x tiêu chuẩn/thấp) và loại nhiên liệu (mác than/sinh học).

Bộ giám sát ngọn lửa của buồng đốt sẽ bảo vệ hệ thống máy nghiền/buồng đốt tránh được các sự cố (thiếu nguồn cấp nhiên liệu cho máy nghiền, không có Gió cấp một hoặc bắt cháy).

Ví dụ: với 6 buồng đốt trên mỗi máy nghiền, phải luôn có ít nhất 4 tín hiệu máy quét. Với 2 bộ giám sát, khi xác định tình trạng dưới mức tối thiểu kéo dài quá 5 giây, nhóm máy nghiền sẽ bị ngắt.

Máy quét ngọn lửa buồng đốt cũng sẽ đảm bảo bắt cháy chính xác trong lò và do đó tránh được tình trạng "lò đen" (kinh nghiệm xấu từ các tổ máy đốt nhiên liệu được nghiền cũ).

Một số vấn đề có thể xảy ra với bộ giám sát ngọn lửa:

- Trong các tổ máy đốt đối nhau, máy quét ngọn lửa có thể "nhìn thấy" ngọn lửa ở buồng đốt không hoạt động từ buồng đốt đối diện đang hoạt động ("ngọn lửa ma").
- Trong các tổ máy, khi đốt than "hàm lượng tro cao", tro bay trong khí đốt (được tuần hoàn lại từ bộ gia nhiệt khí tái tạo) có thể làm nhiễu đường ngắm giữa màn hình máy quét ngọn lửa và gốc ngọn lửa và do đó làm nhiễu tín hiệu ngọn lửa.
- Ngoài máy quét ngọn lửa buồng đốt, cao nhiệt kế quang học trong thành lò phía trên khu vực buồng đốt cũng có thể sử dụng để đảm bảo nhiệt độ lò "an toàn" trong quá trình khởi động lò hơi hoặc vận hành với tải trọng thấp (đặc biệt là vận hành trong thời gian dài).
- Ở Đan Mạch, tất cả các tổ máy đốt than (tổ máy có sử dụng dầu mazut nặng hoặc tổ máy mới) đều được trang bị máy quét ngọn lửa "LAND" cho mỗi buồng đốt (LAND là nhà sản xuất). Khi trang bị thêm cho buồng đốt có hàm lượng NO_x thấp, phải điều chỉnh lại máy quét ngọn lửa để giám sát vùng bắt cháy tối ưu mới.
- Tổ máy đốt Than/Bụi sinh học mới với buồng đốt có hàm lượng NO_x thấp sử dụng máy quét ngọn lửa DURAG (DURAG là nhà sản xuất).

4.6. Đốt với hàm lượng NO_x thấp

Ở Đan Mạch, các tổ máy lò hơi đốt than đã được trang bị thêm các buồng đốt than mới có hàm lượng NO_x thấp. Cùng với nhà sản xuất lò hơi/buồng đốt địa phương (BWE), một nhóm các công ty điện lực đã phát triển các lò đốt thế hệ tiếp theo với hàm lượng NO_x thấp có khả năng giảm khoảng 50% hàm lượng NO_x. Buồng đốt dựa trên nguyên tắc "Giảm Hàm lượng NO_x ở Nhiệt Độ Cao" kèm với ngọn lửa.

Các mục tiêu chính trong việc phát triển buồng đốt là:

- Tách khí đốt đi vào buồng đốt thành dòng Gió cấp 2 (SA ~15%) và Gió cấp 3 (TA ~85%) (Phân giai đoạn khí)
- Cả hai đường dẫn Gió cấp 2 và Cấp 3 đều được trang bị vòng xoáy hướng trục có thể di chuyển.

Vòi xoáy Khí thứ cấp được đặt ở vị trí tối đa khi đốt than và ở vị trí tối thiểu khi đốt dầu mazut nặng (điều khiển tự động). Vòi xoáy gió cấp ba được điều khiển tự động trong phạm vi tải để cho hình dáng ngọn lửa "bên trong" tốt nhất

- Vách ổn định ngọn lửa (Vòng ổn định lửa) được gắn vào đầu ra của ống dẫn than để đảm bảo bắt cháy nhanh và ổn định (đi kèm) và do đó giảm lượng NO_x ở mức tối ưu

- Nên sử dụng lại bộ giám sát ngọn lửa "LAND" khi trang bị thêm thiết bị cho buồng đốt sau này.
- Vận tốc đầu ra nhiên liệu được nghiền "từ thấp đến trung bình" giúp tăng khả năng kết nối của ngọn lửa và do đó tăng hiệu suất ngọn lửa – vận tốc đầu ra phải phù hợp với đầu vào Gió cấp một của máy nghiền (vận tốc vành vôi phun).
- Ngọn lửa của buồng đốt phải phù hợp với lò được trang bị thêm (ngọn lửa va chạm với thành lò tạo ra xỉ, CO và ăn mòn)
- Ngọn lửa có kết nối tốt sẽ cải thiện đáng kể hiệu suất Tải Thấp của các buồng đốt và của tổ máy nhà máy điện
- Các-bon không đốt cháy trong tro bay sẽ chỉ bị ảnh hưởng ở mức tối thiểu khi trang bị thêm buồng đốt có hàm lượng NOx thấp (có thể nói là tăng từ 3% lên 4% Các-bon trong tro bay)
- Nhiệt độ khí thoát của lò (FEGT) không bị ảnh hưởng khi trang bị thêm buồng đốt, tức là lượng khí phun từ bộ điều nhiệt quá nhiệt và gia nhiệt lại giống như trước khi trang bị thêm

Các tổ máy của nhà máy điện, sau khi được trang bị thêm các buồng đốt than có hàm lượng NOx thấp mô tả ở trên, đã đáp ứng các kỳ vọng về hiệu suất dự kiến:

- Giảm hàm lượng NOx lên đến 50% (tùy thuộc vào cấu hình buồng đốt, giải phóng nhiệt vùng đốt và loại than)
- Cải thiện đáng kể hiệu suất tải thấp của tổ máy
- Lượng khí phun từ bộ điều nhiệt quá nhiệt và gia nhiệt lại giống nhau
- Ít xỉ hơn (và do đó lượng bồ hóng thổi ra ít hơn)
- Thành lò không bị ăn mòn
- Tro bay vẫn sử dụng được cho ngành bê tông (< 4% C)
- Phụ thuộc vào loại than (độ phản ứng Bret cháy). Than có độ bay hơi cao giảm hàm lượng NOx cao hơn so với than có độ bay hơi thấp

4.7. Tóm tắt về các cải tiến của Đan Mạch

Nhìn chung, trong những năm qua, các nhà máy điện của Đan Mạch đã trải qua nhiều đợt cải tiến để tăng cường tính linh hoạt:

- Tối ưu hóa máy nghiền than bằng cách:
 - Kéo dài thời gian bảo trì và thay thế
 - Thay thế bộ phân loại tĩnh bằng bộ phân loại động lực

- Kéo dài ống dẫn than
- Cải tiến vành vòi phun
- Vòng tấm làm lệch hướng/loại trừ
- Thay thế buồng đốt bằng buồng đốt có hàm lượng NOx thấp
- Thay thế bộ giám sát ngọn lửa bằng bộ giám sát DURAG
- Tối ưu hóa các vòng điều khiển

Chúng tôi kỳ vọng các cải tiến tương tự sẽ có giúp đội kỹ thuật của các Nhà máy Điện Việt Nam có thể nâng cao tính linh hoạt.

5. Ví dụ về các vòng điều khiển tại nhà máy điện Đan Mạch

Sau khi các đồng nghiệp Việt Nam và Đan Mạch hợp tác với nhau, và yêu cầu giải thích cho nhau về các phương pháp và hoạt động của nhà máy, theo yêu cầu của các đồng nghiệp Việt Nam, chương này được đưa vào nhằm tối ưu hóa các vòng điều khiển.

Ví dụ từ các nhà máy của Đan Mạch được dựa trên tổ máy "Nordjylland 3". Đây là tổ máy đốt than cực-siêu tới hạn. Tổ máy được đưa vào hoạt động vào năm 1998 và vào thời điểm đó, đây là tổ máy đốt than hiệu quả nhất trên thế giới, với hiệu suất điện thực là 47%. Tổ máy được thiết kế để vận hành trong 30 năm.

Tổ máy có thể vừa sản xuất điện ở chế độ ngưng tụ và gia nhiệt cục bộ bằng cách tách hơi nước trước vào tuabin áp suất thấp. Dữ liệu tổng thể:

- Công suất điện thực với tải 100% ở chế độ ngưng tụ là 380 MW.
- Tốc độ gia nhiệt cục bộ tối đa với tải 100% là 420 MJ/s

Hệ thống sưởi ấm cục bộ bao gồm một bộ tích nhiệt, giúp sản xuất nhiệt linh hoạt và nhờ đó cũng có thể sản xuất điện năng.

Chu trình hơi nước là chu trình giai nhiệt kép, với thông số hơi nước là:

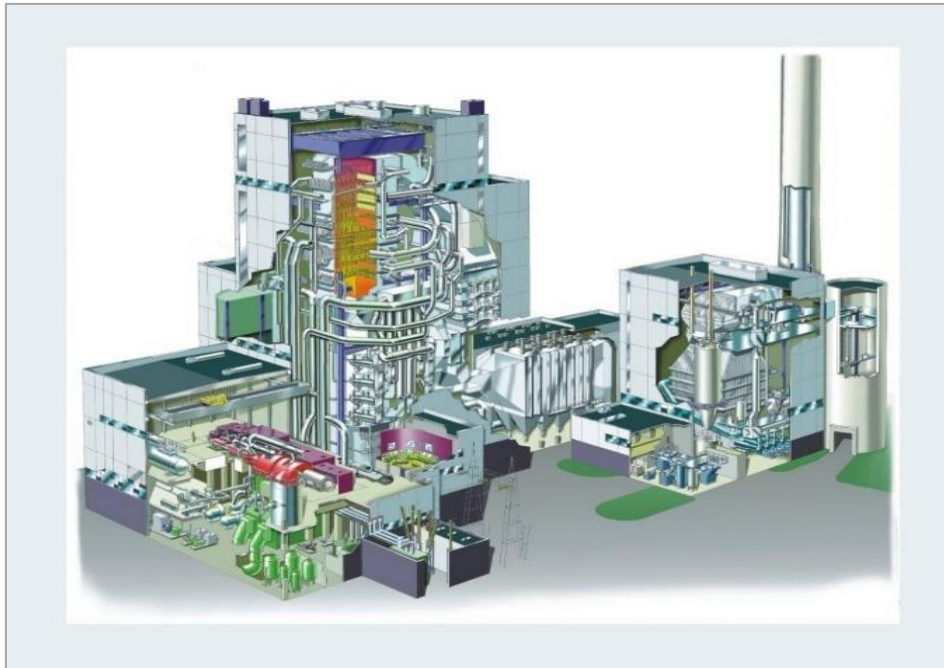
- Nhiệt độ (Hơi nước trực tiếp, Gia nhiệt nóng 1, Gia nhiệt nóng 2) 582°C/580°C/580°C
- Áp suất (Hơi nước trực tiếp, Gia nhiệt nóng 1, Gia nhiệt nóng 2) 290 bar/80 bar/23 bar

Lò hơi là lò hơi tháp trực lưu với 4 cấp buồng đốt tiếp tuyến và 4 máy nghiền than cho mỗi cấp. Máy nghiền than là Babcock MPS-212. Nhà máy được trang bị chất xúc tác DeNOx, thiết bị lọc bụi tĩnh điện và khử lưu huỳnh trong khí thải ướt.

Vì tổ máy được thiết kế với hiệu suất kỷ lục thế giới nên tại thời điểm đưa vào vận hành, tổ máy này được lên kế hoạch vận hành ở mức tải toàn phần quanh năm. Tuy nhiên, sự gia tăng mạnh mẽ của năng lượng tái tạo trong hai thập kỷ qua đã buộc tổ máy này phải hoạt động trong một thị trường hoàn toàn khác, với nhiều thay đổi lớn về giá điện và các yêu cầu mới về tải tối thiểu, tải tối đa và tăng giảm công suất.

Các ví dụ về các vòng điều khiển từ tổ máy là:

- Điều khiển lò hơi tổng thể và điều khiển tổ máy
- Điều khiển chế độ tuần hoàn lò hơi ở mức tải tối thiểu.



Hình 1. Tổng quan về Tổ máy Nordjylland 3

5.1. Lò hơi và điều khiển tổ máy

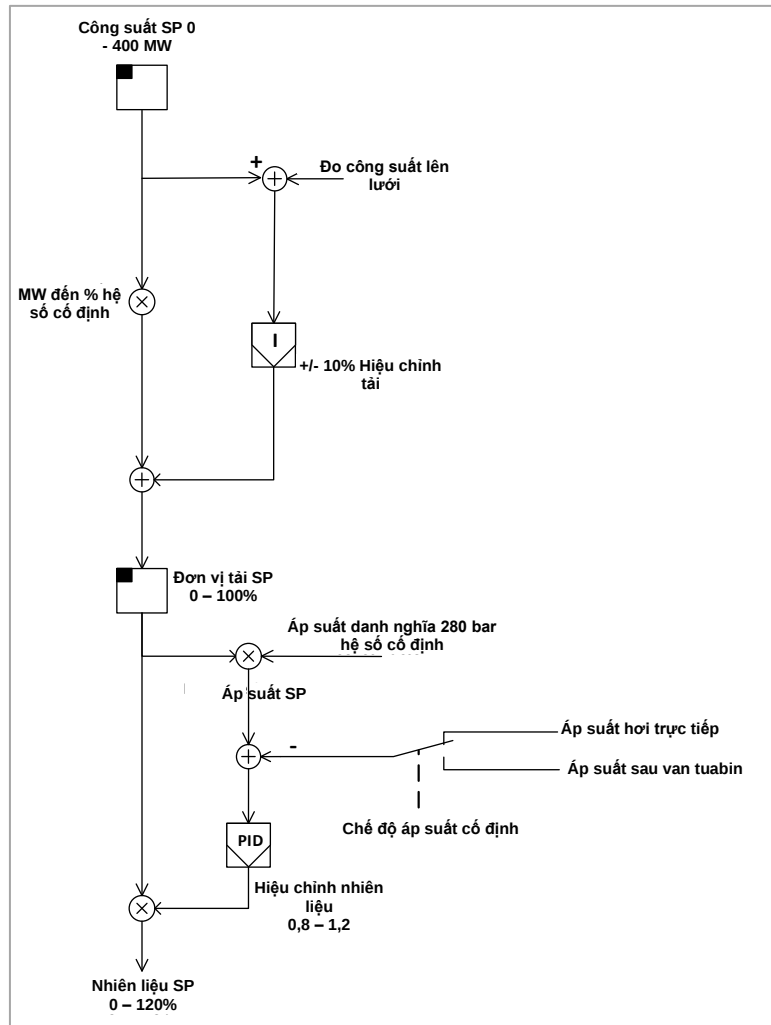
Chương này đưa ra cái nhìn tổng quan ngắn gọn về vòng điều khiển tổ máy và lò hơi chính của Tổ máy Nordjylland 3. Phần mô tả bỏ qua nội dung chi tiết về gia nhiệt cục bộ và quá tải qua ống dẫn bộ gia nhiệt áp suất cao.

Tổ máy được vận hành ở chế độ áp suất trượt cho tải có áp suất cao hơn 110 bar và chế độ áp suất cố định dưới 110 bar.

5.1.1. Điều khiển tổ máy

Điểm đặt cho sản lượng điện được cấp trực tiếp thông qua bộ điều khiển tổ máy, trong đó hệ số không đổi chia tỷ lệ từ điểm đặt có đơn vị MW đến tải tổ máy có đơn vị phần trăm. Bộ điều khiển tích hợp hoàn toàn có chức năng điều chỉnh tải, bằng cách thêm một phần nhỏ vào tỷ lệ phần trăm tải tổ máy. Bộ điều khiển hiệu chỉnh tải tương đối chậm và có nhiệm vụ đảm bảo ở trạng thái ổn định, tổ máy sẽ khớp chính xác với điểm đặt.

Ưu điểm của việc sử dụng cấp trực tiếp là bất kỳ thay đổi nào về tải cũng sẽ đi qua trực tiếp và nếu tổ máy phản ứng tuyến tính thì sẽ dẫn đến thay đổi theo tỷ lệ của đầu ra. Tuy nhiên, tốc độ phản ứng sẽ tương ứng với phản ứng tự nhiên của lò hơi.



Hình 2. Tổng quan về điều khiển tổ máy

5.1.2. Kiểm soát áp suất lò hơi

Điểm đặt tải tổ máy được cấp trực tiếp tới điểm đặt nhiên liệu, nhưng bộ điều khiển áp suất lò hơi sẽ đưa vào tín hiệu hiệu chỉnh đã được nhân với tải tổ máy. Tín hiệu đầu ra còn được gọi là hiệu chỉnh nhiên liệu, vì tín hiệu này sẽ bù cho các thay đổi trong nhiên liệu nhiệt trị thấp.

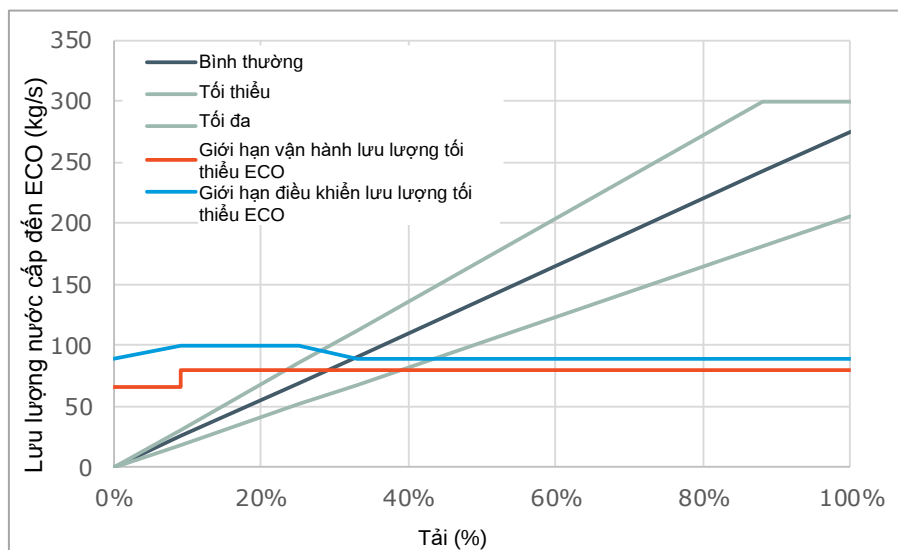
Bộ điều khiển áp suất lò hơi là một vòng điều khiển chậm, vì được điều chỉnh với mục tiêu chính là ổn định. Tương tự, đối với điều khiển tổ máy, điểm đặt được cấp trực tiếp để đảm bảo phản ứng nhanh với mọi thay đổi về tải. Để có được phản ứng nhanh hơn phản ứng tự nhiên của lò hơi, việc cấp trực tiếp cũng có đóng góp phá sinh, nghĩa là khi tải thay đổi, nhiên liệu sẽ bị thay đổi nhiều hơn, nhưng đóng góp này sẽ mất dần khi quá trình thay đổi tải kết thúc.

Điểm đặt áp suất cho lò hơi ở mức tải cao tỷ lệ thuận với điểm đặt tải tổ máy. Điều này là do biểu đồ áp suất trượt tự nhiên của tuabin tỷ lệ với lưu lượng hơi nước.

Khi vận hành ở mức tải thấp, lò hơi sẽ chuyển sang chế độ vận hành áp suất cố định và do đó tổ máy không thể vận hành với áp suất trượt dưới 110 bar. Ở chế độ này, van tuabin sẽ điều khiển áp suất hơi trực tiếp. Trong vận hành áp suất cố định, bộ điều khiển áp suất lò hơi đang sử dụng áp suất sau van tuabin làm giá trị đo. Bằng cách này, những thay đổi về nhiên liệu vẫn có thể bù được, mặc dù mức điều khiển bị giảm, do đó phản ứng trở nên khá chậm.

5.1.3. Nước cấp / điều khiển entanpy

Lưu lượng nước cấp tỷ lệ thuận với tải tổ máy, với bộ điều khiển entanpy là hệ số hiệu chỉnh. Entanpy được đo sau các bình tách. Ở mức tải thấp, nước cấp phải duy trì lưu lượng tối thiểu, do đó buộc tổ máy phải hoạt động ở chế độ tuần hoàn (Hình 3). Lưu lượng tối thiểu được tăng lên ở phạm vi tải của chế độ tuần hoàn, để có biên độ giới hạn dừng hoạt động lớn hơn.



Hình 3. Giới hạn điều khiển nước cấp

Điểm đặt entanpy được thay đổi linh hoạt, tùy thuộc vào tải và với mục tiêu là lượng khí phun của bộ điều nhiệt giữa các bộ quá nhiệt vẫn nằm trong phạm vi kiểm soát, cuối cùng, điều này đảm bảo rằng nhiệt độ hơi trực tiếp ở điểm đặt.

Có một số tín hiệu cấp trực tiếp ảnh hưởng động đến dòng nước cấp. Đáng kể đến là việc tách rời giữa điều khiển áp suất lò hơi và điều khiển entanpy. Thay đổi nước cấp và thay đổi nhiên liệu sẽ ảnh hưởng đến cả entanpy và áp suất lò hơi. Các tín hiệu bù nhỏ được truyền giữa các vòng điều khiển để giảm nhiễu có thể gây ra cho nhau.

5.2. Biểu đồ xu hướng từ quá trình vận hành và nhận xét

Phần này sẽ thể hiện các biểu đồ xu hướng từ quá trình vận hành của tổ máy Nordjylland 3. Mục đích là cung cấp thông tin tham khảo để thực hiện các phân tích tương tự tại Quảng Ninh và Vĩnh

Tân. Cách thức phân tích này là một công cụ rất hữu ích để xác định các nút thắt cổ chai và các vòng kiểm soát hoạt động kém hiệu quả. Nhờ đó, cách thức phân tích này sẽ được nhân rộng cho cả Quảng Ninh và Vĩnh Tân, vì sẽ giúp đối phó với mọi thách thức tiềm năng có thể ảnh hưởng đến quá trình vận hành của nhà máy.

Xu hướng thể hiện cách thức điều khiển tổ máy và điều khiển tổng thể lò hơi, tức điều khiển áp suất và entanpy của lò hơi.

5.2.1. Xu hướng 1: Giảm tải trước chế độ tuần hoàn

Xu hướng này cho thấy tổ máy đang giảm công suất, đầu tiên là chế độ trực lưu tối thiểu và sau đó chuyển sang chế độ tuần hoàn. Từ các đồ thị trong Hình 4, ba “điểm đánh dấu” (đường chấm màu đỏ 1-2-3) là để mục đích quan sát:

- **Điểm đánh dấu 1:**

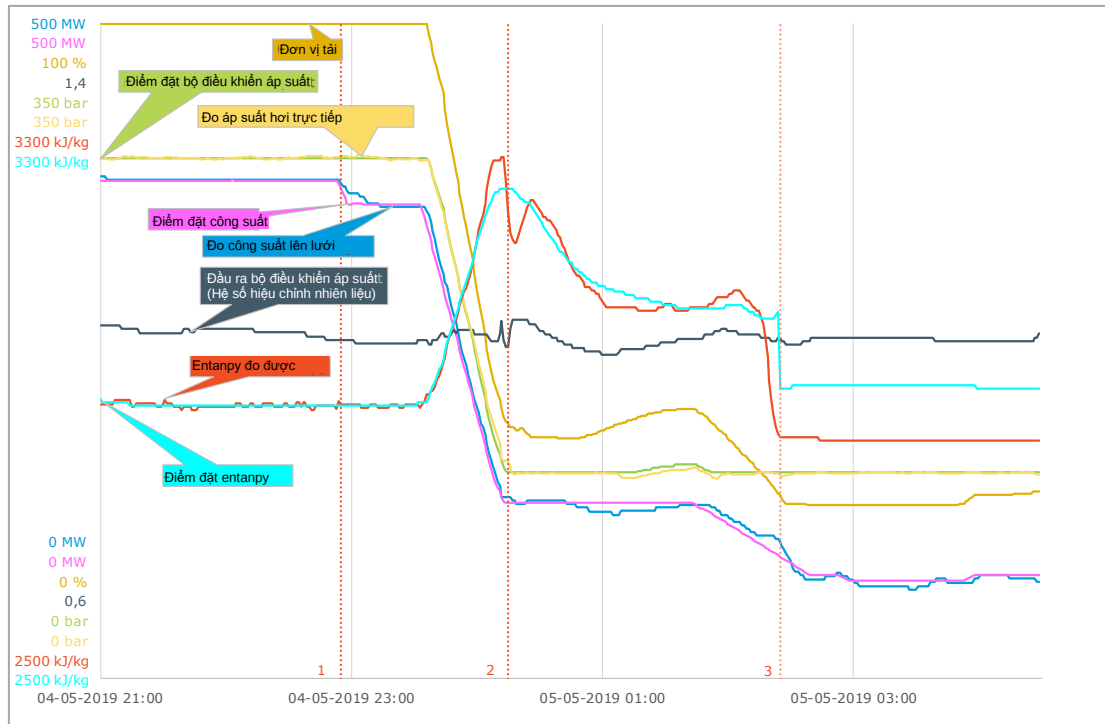
Sau khi hoạt động ở mức đầy tải trong một thời gian dài, tải điện sẽ giảm. Lưu ý việc giảm tải này xảy ra do thay đổi lượng gia nhiệt cục bộ chứ không phải tải lò hơi. Phần còn lại của các mô tả sẽ tập trung vào sự thay đổi tải của lò hơi.

- **Điểm đánh dấu 2:**

Lúc này, một máy nghiền than ngừng hoạt động và tổ máy chuyển từ 3 sang 2 máy nghiền than hoạt động. Gần như đồng thời quá trình tăng giảm công suất dừng lại và áp suất lò hơi đạt đến điểm vận hành áp suất cố định ở 110 bar. Quan sát thấy Entanpy có thay đổi, điều này có thể là do thay đổi cấu hình máy nghiền.

- **Điểm đánh dấu 3:**

Khi chuyển sang chế độ tuần hoàn, có thể thấy rằng entanpy giảm nhanh do lưu lượng nước cấp không được phép giảm thêm nữa. Kết quả là entanpy không đạt đến điểm đặt trong chế độ tuần hoàn. Điểm đặt entanpy quá cao là điều không mong muốn, vì độ lệch tạo ra sẽ gây nhiễu lớn khi lò hơi trở lại chế độ trực lưu. Do đó, điểm đặt được hạn chế ở một mức nhất định trên entanpy thực tế.



Hình 4. Đường cong xu hướng trong quá trình tăng giảm công suất đến mức tối thiểu Benson và chuyển sang chế độ tuần hoàn

5.2.2. Xu hướng 2: Máy nghiền than bắt đầu vận hành ở tải không đổi

Xu hướng này cho thấy các đường cong xu hướng để kiểm soát lò hơi trong quá trình khởi động máy nghiền than và tăng từ 50% lên 100% tải. Từ các đồ thị trong Hình 5, hai “điểm đánh dấu” (đường chấm màu đỏ 1-2) để nhằm mục đích quan sát:

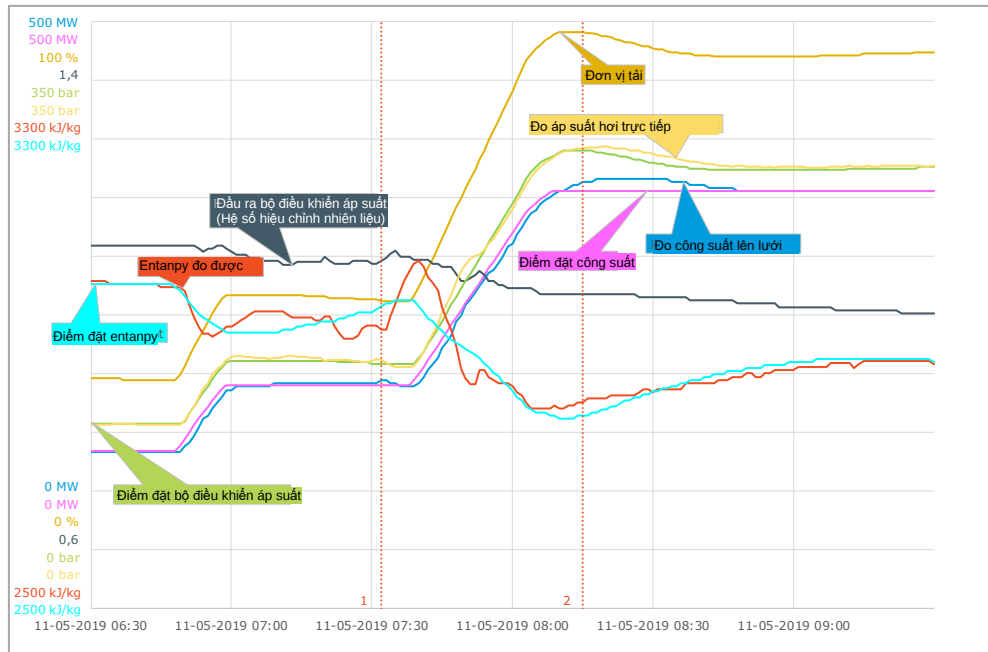
- **Điểm đánh dấu 1:**

Tại thời điểm này, máy nghiền than thứ ba được khởi động. Việc này làm entanpy thay đổi đáng kể. Ngay sau đó, tải tổ máy bắt đầu tăng lên.

- **Điểm đánh dấu 2:**

Khoảng 15 phút sau khi tải tổ máy dừng tăng, áp suất lò hơi sẽ tăng vọt. Phải mất thêm 15 phút nữa trước khi áp suất trở lại điểm đặt. Đồng thời, lượng điện sản xuất cũng vượt khoảng 10 MW

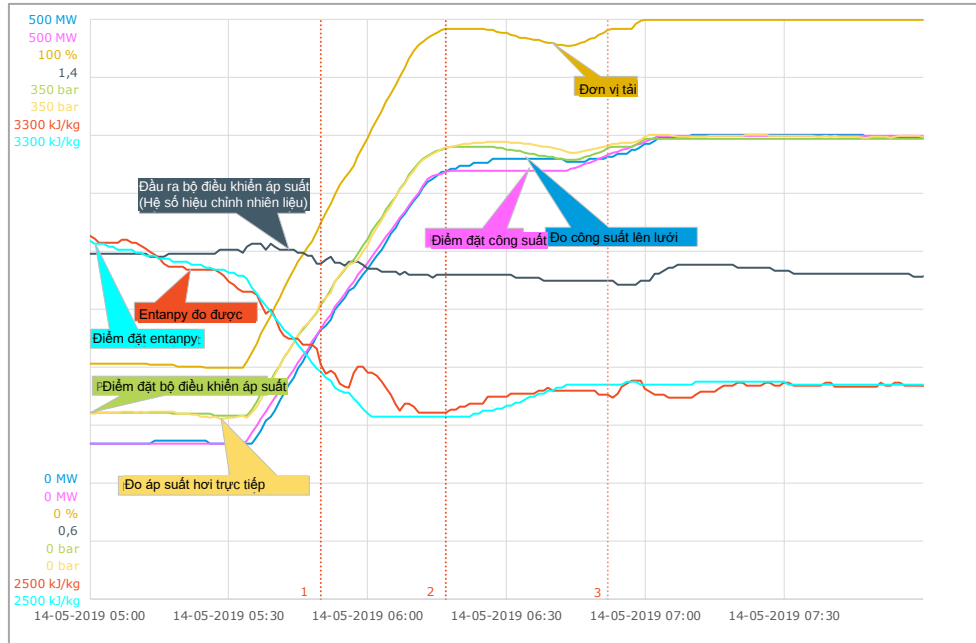
Việc tăng vọt áp suất là điều khá bình thường sau khi tải tăng mạnh. Nguyên nhân chính là do bộ điều khiển áp suất hoạt động tích phân khá chậm. Theo xu hướng này, đầu ra của bộ điều khiển (hệ số hiệu chỉnh nhiên liệu) thay đổi đáng kể từ đầu đến cuối biểu đồ. Về con số, hệ số hiệu chỉnh thay đổi từ 1,095 thành 1,005.



Hình 5. Biểu đồ xu hướng điều khiển lò hơi trong quá trình khởi động máy nghiền than và tăng giảm công suất

5.2.3. Xu hướng 3: Máy nghiền than khởi động trong quá trình tăng giảm công suất

Xu hướng này thể hiện quá trình điều khiển lò hơi và tổ máy khi tăng giảm công suất và khởi động máy nghiền than. Từ các đồ thị trong Hình 6, ba “điểm đánh dấu” (đường chấm màu đỏ 1-2-3) để nhằm mục đích quan sát:



Hình 6. Lò hơi và điều khiển tổ máy trong quá trình tăng giảm công suất và khởi động máy nghiền than

- **Điểm đánh dấu 1:**

Tại thời điểm này, máy nghiền than thứ ba được khởi động. Sau đó entanpy có thay đổi, nhưng khá nhỏ. Hiện tượng này không điển hình lắm vì việc khởi động máy nghiền than trong quá trình tăng giảm công suất thường dẫn đến sai lệch đáng kể trong việc kiểm soát entanpy.

- **Điểm đánh dấu 2:**

Tại thời điểm này, tải ngừng tăng và sau đó áp suất lò hơi tăng vọt, giống như những gì đã thấy ở xu hướng 2.

- **Điểm đánh dấu 3:**

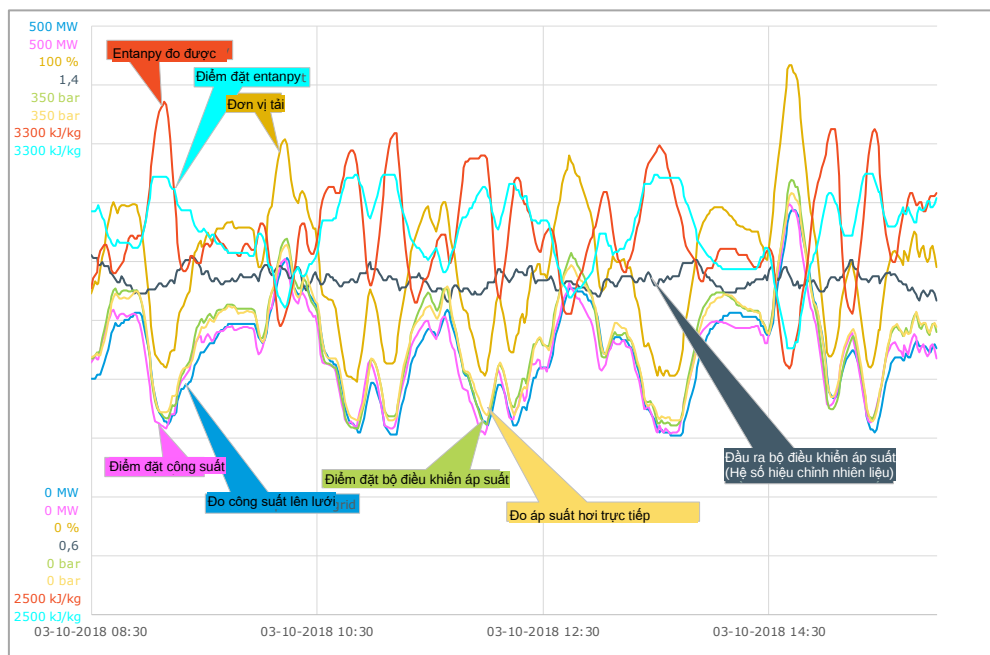
Ngay trước điểm đánh dấu này, tải lại tăng lên. Lưu ý rằng tải tổ máy bị tạm dừng ở mức 98,5%, đây là biện pháp phòng ngừa được đưa vào bộ điều khiển tổ máy để hạn chế tình trạng quá áp lò hơi và tránh làm tuabin quá tải. Tải chỉ được phép tăng lên 100 % khi áp suất lò hơi gần với điểm đặt kéo dài trong vài phút. Giới hạn cũng tương tự ở điểm đánh dấu 2, nhưng hiện tại tải không cần phải đạt 100% để đạt đến điểm đặt công suất.

5.2.4. Xu hướng 4: Điều khiển thứ cấp, 100 MW

Xu hướng này thể hiện ví dụ về một số thao tác động lực nhất mà tổ máy tiếp xúc. Đơn vị vận hành hệ thống truyền tải (TSO) có thể yêu cầu dịch vụ này được gọi là Dự phòng khôi phục tần

số tự động (AFRR). Dịch vụ này được sử dụng để khôi phục dự trữ điều khiển chính có phản ứng trực tiếp với độ lệch tần số. Ví dụ trong bối cảnh châu Âu, dịch vụ này được sử dụng để đảm bảo rằng số tiền được trao đổi ở biên giới Đức tuân theo lịch trình đã thỏa thuận, nghĩa là phải bù được cho sự mất cân bằng ở phía tây Đan Mạch.

TSO gửi một điểm đặt thay đổi công suất liên tục mà tổ máy tham gia cần phải thực hiện. Trong ví dụ này, 100 MW điện đã được bán, nghĩa là tải có thể thay đổi theo sản lượng này theo tăng lên hoặc giảm xuống. Yêu cầu về độ chênh lệch là phải thực hiện thay đổi 100 MW trong 10 phút, tức là 10 MW/phút. 100 MW này là công suất tối đa tuyệt đối mà Tổ máy Nordjylland 3 có thể cung cấp, vì tổ máy cần sử dụng toàn bộ phạm vi tải để đạt được độ chênh lệch tối thiểu 10 MW/phút (Xấp xỉ từ 46% đến 93% tải).



Hình 7. Biểu đồ xu hướng để điều khiển lò hơi và tổ máy trong quá trình cung cấp dịch vụ điều khiển thứ cấp.

Nhìn chung, có thể quan sát thấy rằng công suất đầu ra có xu hướng trễ hơn một chút so với điểm đặt, nhưng điều này được dự đoán trước vì đôi lúc tải lò hơi thay đổi bị trễ. Tổ máy đang vận hành ở chế độ áp suất trượt tự nhiên với các van tuabin mở hoàn toàn.

Entanpy có độ lệch khá lớn, điều này dễ xảy ra khi tải liên tục thay đổi và đặc biệt là khi tải tăng đột ngột ngay sau khi giảm hoặc ngược lại.

Hiện tượng này sẽ tạo ra ứng suất nhiệt cho lò hơi, nhưng vào một số ngày sẽ được bù đắp bằng một khoản lợi nhuận đáng kể từ việc bán dịch vụ này.

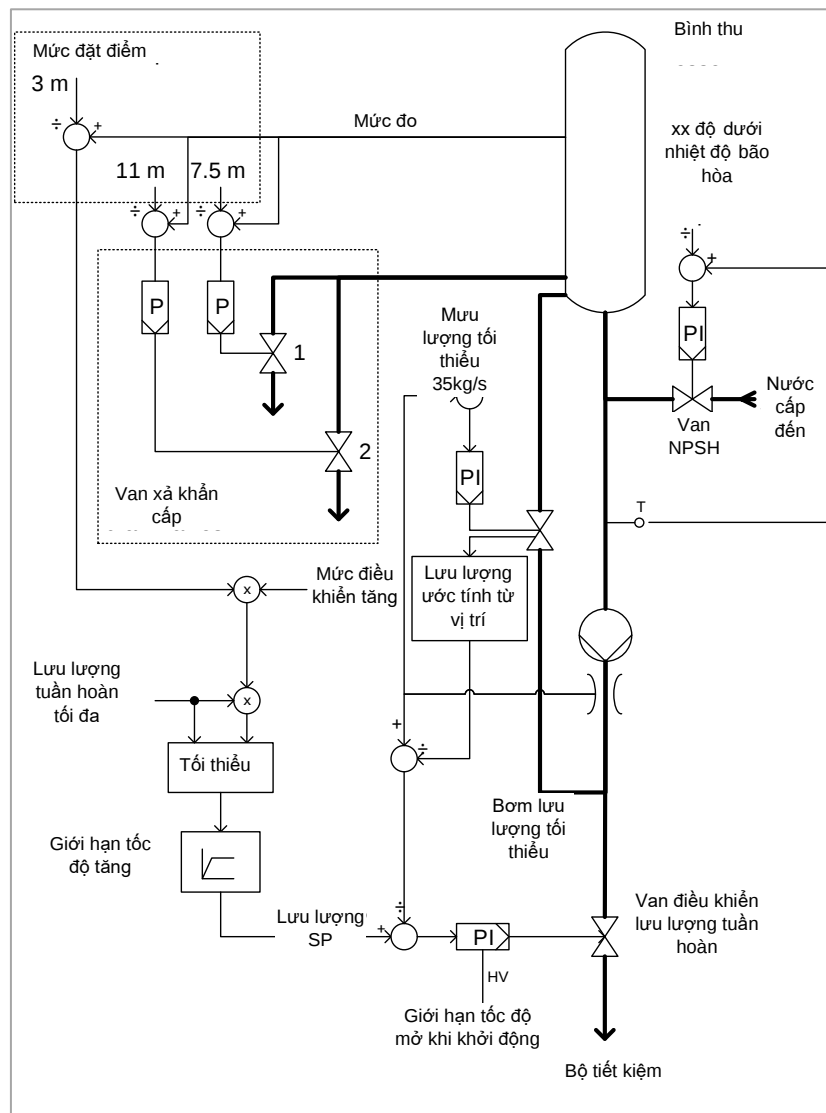
5.3. Kiểm soát chế độ tuần hoàn lò hơi trực lưu

Logic điều khiển trong điều khiển chế độ tuần hoàn được minh họa trong Hình 8 .

5.3.1. Điều khiển mực nước bình thu

Mục tiêu quan trọng nhất trong chế độ tuần hoàn là duy trì mực nước ổn định trong bình thu. Bình thu có mực nước cao có thể dẫn đến dừng hoạt động tổ máy.

Bình thu cao 19 m có đường kính trong 450 mm.



Hình 8. Logic điều khiển trong điều khiển chế độ tuần hoàn

- Van điều khiển lưu lượng tuần hoàn

Lưu lượng tuần hoàn được điều khiển bằng một vòng điều khiển tỷ lệ dựa trên mực nước bình thu. Mực nước trên 3 mét sẽ làm tăng lưu lượng theo tỷ lệ. Lưu ý rằng phải đo lưu lượng ngay sau bơm tuần hoàn và có một vòng điều khiển để đảm bảo lưu lượng tối thiểu trong bơm. Lưu lượng qua van lưu lượng tối thiểu được ước tính và trừ đi để thu được giá trị đo cho vòng điều khiển lưu lượng.

- **Van xả khẩn cấp**

Trong trường hợp mực nước bình thu tăng quá ngưỡng xác định thì các van xả khẩn cấp sẽ bắt đầu xả nước ra khỏi bình thu. Điều này thường không xảy ra khi chế độ tuần hoàn hoạt động ổn định nhưng lại xảy ra thường xuyên trong quá trình khởi động. Cả hai van đều hoạt động khi điều khiển tỷ lệ, van 1 sẽ bắt đầu mở ở mức 7,5 mét và van 2 sẽ bắt đầu mở từ 11 mét. Cả hai van sẽ được mở hoàn toàn từ mực nước khoảng 14 mét, tuy nhiên độ mở cũng sẽ phụ thuộc vào áp suất thực tế.

5.3.2. Lưu lượng nước cấp

Lưu lượng nước cấp chảy qua bộ tiết kiệm được điều chỉnh ở mức tối thiểu xác định trước bằng bơm nước cấp. Lưu lượng chảy qua bộ tiết kiệm là tổng lưu lượng tuần hoàn và lưu lượng từ bơm nước cấp. Do đó, bơm nước cấp phải liên tục bù cho chênh lệch của lưu lượng tuần hoàn (xem Hình 3).

5.3.3. Lưu lượng tuần hoàn tối đa

Để đảm bảo làm mát nước sau khi chảy qua bộ tiết kiệm, lưu lượng tuần hoàn được cài đặt ở mức tối đa. Nước trong bình thu ở điểm bão hòa, vì vậy nước này phải được trộn với nước cấp mới để đảm bảo quá trình làm mát. Nếu nước không được làm mát sau khi chảy qua bộ tiết kiệm thì có nguy cơ bị sôi, dẫn tới có thể đẩy một lượng lớn nước đến thiết bị bay hơi do nước nở ra thành hơi nước chiếm một thể tích lớn hơn rất nhiều. Nước có thể tích tụ trong bình thu dẫn tới nguy cơ dừng hoạt động tổ máy cao do mực nước cao.

Lưu lượng lớn nhất có thể chấp nhận được tính toán dựa trên nhiệt độ trong bình thu và nhiệt độ nước cấp.

5.3.4. Van lưu lượng tối thiểu cho bơm tuần hoàn

Van điều khiển sẽ mở ra để nước chảy trực tiếp trở lại bình thu khi lưu lượng tuần hoàn thấp. Van sẽ mở nếu lưu lượng qua bơm nhỏ hơn 35 kg/s.

5.3.5. Van phun nước NPSH

Để tránh tạo bọt trong bơm tuần hoàn, giữa bình thu và bơm tuần hoàn sẽ bơm một dòng nước cấp sạch nhỏ. Một vòng điều khiển nhỏ được lắp vào để thử nhiệt độ và đạt được mức làm mát nhất định trước khi đi vào bơm. Van này chủ yếu là để điều chỉnh trong quá trình chuyển đổi giữa chế độ tuần hoàn và chế độ trực lưu. Khi lưu lượng tuần hoàn lớn, van sẽ mở hoàn toàn và chỉ

có thể làm mát vài độ. Thay vì chỉ vận hành với van mở hoàn toàn, vòng điều khiển cũng đảm bảo không có hiện tượng chấp hệ thống giữa bơm nước cấp và bơm tuần hoàn.

5.3.6. Van điều khiển giữ nhiệt

Khi lò hơi hoạt động ở chế độ trực lưu, van điều khiển sẽ điều chỉnh cho một lượng nước nhỏ chạy ngược qua bơm tuần hoàn về bình thu. Nước chảy ra sau bộ tiết kiệm. Mục đích là để duy trì nhiệt độ cao trong bơm tuần hoàn và để giảm chênh lệch nhiệt độ mà lò hơi sẽ gặp phải khi vào chế độ tuần hoàn. Trong chế độ tuần hoàn, van được đóng lại.

5.3.7. Chuyển sang chế độ tuần hoàn

Khi chuẩn bị vận hành ở chế độ tuần hoàn, các điểm đặt nhiệt độ cho Lò hơi giảm xuống và tải sẽ được giảm quanh mức tải tối thiểu cần thiết để duy trì vận hành ở chế độ trực lưu. Lò hơi thường sẽ được vận hành ở mức tải này trong vài giờ để ổn định nhiệt độ.

Để bắt đầu chuyển chế độ, tải được giảm từ từ, thường là 1 MW/phút. Khi tải giảm xuống dưới 33 %, điểm đặt tối thiểu cho lưu lượng nước cấp tăng nhẹ, ngoài ra, 33 % là mức xấp xỉ quanh điểm có lưu lượng nước cấp ở trạng thái ổn định phải bằng với điểm đặt tối thiểu. Việc này dẫn tới lưu lượng nước cấp sẽ cao hơn lưu lượng có thể bốc hơi của lò hơi. Do đó, hiện tượng quá nhiệt sau thiết bị bay hơi bắt đầu giảm xuống và một lúc sau, mực nước trong bình thu bắt đầu tăng lên.

Khi mực nước trong bình thu cao hơn 2,4 mét và nhiệt độ quá nhiệt nhỏ hơn 3 độ, bơm tuần hoàn sẽ tự động khởi động. Đồng thời, Van chiều cao cột áp hút thực (NPSH) sẽ bắt đầu mở và cố gắng điều chỉnh nhiệt độ trước khi vào bơm tuần hoàn. Điều này cũng làm tăng mực nước trong bình thu.

Ban đầu, van lưu lượng tối thiểu tuần hoàn toàn bộ lưu lượng từ bơm đến bình thu. Nhưng dần dần van điều khiển tuần hoàn sẽ được phép mở (do tăng giảm công suất cho đến khi mở đủ để có thể điều khiển được mực nước).

5.3.8. Chuyển sang chế độ trực lưu

Sau khi vận hành ở chế độ tuần hoàn, nên tăng tải từ từ, thường là 1 MW/phút. Khi tải tăng lên, lưu lượng qua hệ thống tuần hoàn sẽ giảm. Đến một lúc nào đó, van NPSH sẽ bắt đầu điều chỉnh để tránh giảm nhiệt độ trước khi đi vào bơm tuần hoàn. Cuối cùng lưu lượng đi vào bình tuần hoàn sẽ dừng và van điều khiển sẽ đóng lại để duy trì mực nước. Khi hơi nước đạt đến mức quá nhiệt 20 độ, bơm tuần hoàn sẽ dừng lại và van NPSH sẽ đóng lại nếu chưa đóng.

5.3.9. Hoạt động của tổ máy trong chế độ tuần hoàn

Ở mức tải thấp, lò hơi sẽ hoạt động ở chế độ áp suất cố định (110 bar từ dưới mức xấp xỉ 40%). Ở mức tải cao hơn, tổ máy vận hành chế độ áp suất trượt tự nhiên, với các van tuabin mở hoàn toàn.

Ở chế độ áp suất cố định, áp suất được điều khiển bởi các van tuabin. Đây cũng được gọi là chế độ chạy theo tuabin, vì tuabin vẫn sẽ hoạt động với mọi lượng hơi nước mà Lò hơi có thể tạo ra mà vẫn duy trì áp suất ở mức cố định.

Trong khi đó, lưu lượng nhiên liệu lò hơi được điều khiển để đạt được công suất đầu ra mong muốn. Trên thực tế, công suất được đo bằng áp suất hơi sau các van điều khiển tuabin. Khi ở chế độ tuần hoàn, vòng điều khiển này phản ứng khá chậm và do đó, công suất đầu ra dao động đôi chút là điều bình thường.

5.3.10. Máy nghiền than

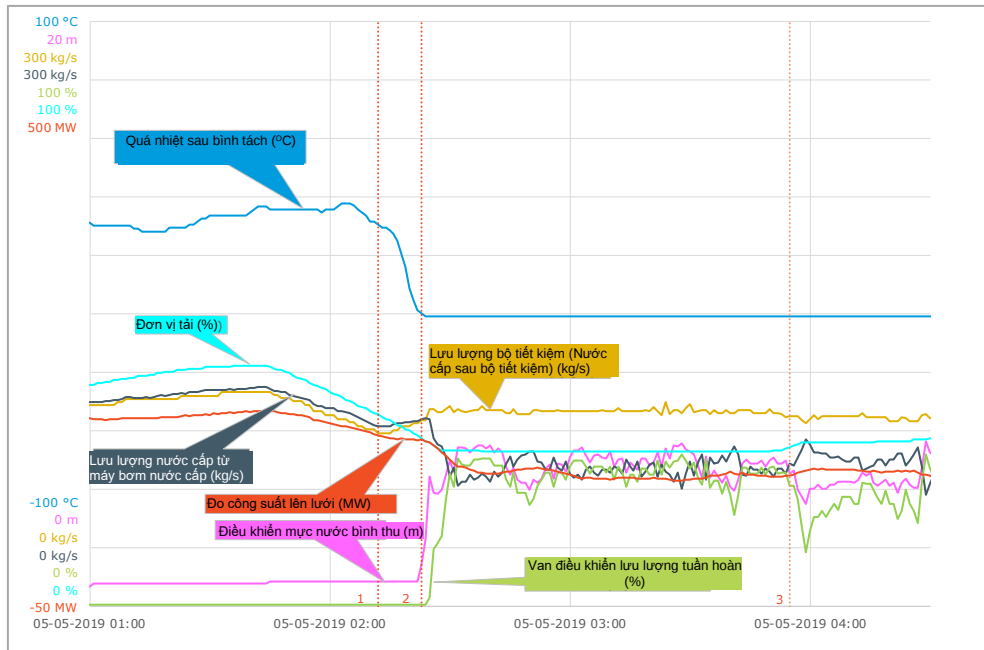
Ở chế độ tuần hoàn, hai máy nghiền than hoạt động quanh giới hạn tối thiểu là 40% tải danh nghĩa, tương ứng với tải tổ máy là 25%. Thường sẽ sử dụng hai máy nghiền trên cùng vì giúp đảm bảo nhiệt độ khí thải sau lò cao nhất, điều này rất quan trọng để duy trì hoạt động của nhà máy DeNOx.

5.4. Biểu đồ xu hướng từ quá trình vận hành

Trong phần này, ba biểu đồ xu hướng khác nhau từ quá trình vận hành thực tế ở chế độ tuần hoàn được sử dụng để làm xem xét các khía cạnh khác nhau của chế độ tuần hoàn.

5.4.1. Xu hướng 1: Chuyển sang chế độ tuần hoàn

Tổ máy hoạt động ở mức tải thấp (khoảng 40%), với nhiệt độ hơi nước giảm trong ít nhất một giờ. Từ khi bắt đầu xu hướng này, mức tải giảm dần. Từ các đồ thị trong Hình 9, ba “điểm đánh dấu” (đường chấm màu đỏ 1-2-3) là nhằm mục đích quan sát:



Hình 9. Biểu đồ xu hướng chuyển từ chế độ trực lưu sang chế độ tuần hoàn

- **Điểm đánh dấu 1:**

Tại thời điểm này, tải tổ máy giảm xuống dưới 33 %, và do đó có thể thấy rằng lưu lượng nước cấp ngừng giảm mà thay vào đó bắt đầu tăng ngay cả khi tải tiếp tục giảm. Hơi nước sau khi bay hơi bị quá nhiệt 30 độ.

- **Điểm đánh dấu 2:**

Tại thời điểm này, hệ thống tuần hoàn được khởi động. Chỉ trong vài phút, mực nước trong bình thu tăng lên và hơi nước lúc này đang ở nhiệt độ bão hòa.

Van điều khiển lưu lượng tuần hoàn bắt đầu mở, cho đến khi kiểm soát được mực nước bình thu. Điều này tạo ra lưu lượng nước tuần hoàn. Lưu lượng của bộ tiết kiệm được điều khiển ở mức không đổi, tuy nhiên cũng có những dao động nhỏ và nhanh chóng. Lưu lượng từ máy bơm nước cấp giảm tải để bù cho lưu lượng tuần hoàn.

- **Điểm đánh dấu 3:**

Tại thời điểm này, tải tăng nhẹ và gây ra một số dao động đối với các mức lưu lượng nước cấp khác nhau. Ở trạng thái ổn định, tải tăng dẫn đến lưu lượng tuần hoàn giảm và do đó mực nước bình thu giảm theo. Nhưng những thay đổi nhất thời về mực nước và lưu lượng sau khi tải thay đổi có phần lớn hơn.

5.4.2. Xu hướng 2: Vài giờ ở chế độ tuần hoàn

Xu hướng tính cả khoảng thời gian từ xu hướng 1 (Chương 5.4.1), và hoạt động liên tục ở chế độ tuần hoàn sau khi chuyển chế độ. Tổ máy vận hành ở chế độ tuần hoàn trong hơn 12 giờ và chuyển sang chế độ trực lưu. Từ các đồ thị trong Hình 10, ba “điểm đánh dấu” (đường chấm màu đỏ 1-2-3) là nhằm mục đích quan sát:

- **Điểm đánh dấu 1:**

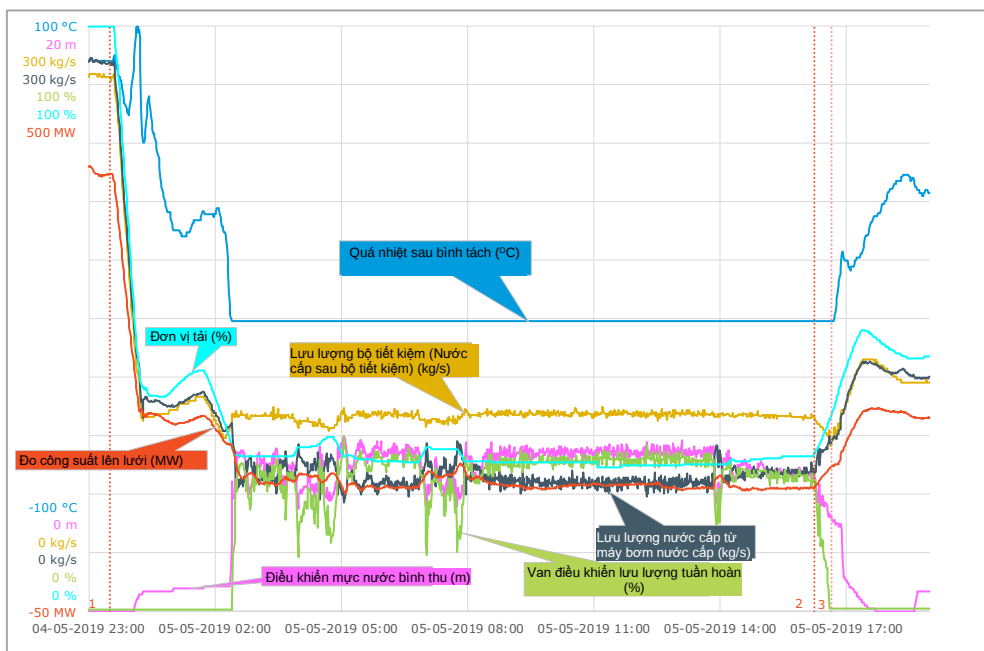
Trước khi chuyển chế độ, tổ máy hoạt động ở mức đầy tải và giảm xuống khoảng 40% tải khi nhiệt độ hơi nước giảm. Việc giảm nhiệt độ hơi nước là bước chuẩn bị cần thiết trước khi chuyển sang chế độ tuần hoàn. Ở chế độ tuần hoàn, nhiệt độ hơi nước không thể duy trì ở mức danh nghĩa và do đó cần phải chuyển chế độ. Khi tải giảm gần mức 40%, một máy nghiền than ngừng hoạt động.

- **Điểm đánh dấu 2:**

Tại thời điểm này, tải bắt đầu tăng dần. Trong vòng nửa giờ tiếp theo đó, lưu lượng tuần hoàn giảm và van điều khiển lưu lượng tuần hoàn từ từ đóng lại. Mức nước trong bình thu ổn định ở mức khoảng 3 mét, là điểm đặt cho van điều khiển.

- **Điểm đánh dấu 3:**

Tải đã tăng đủ để đạt được lượng hơi quá nhiệt sau khi đi qua các bình tách. Nếu quá nhiệt ở mức 20 độ, hệ thống tuần hoàn ngừng hoạt động. Giống như quá trình chuyển sang chế độ tuần hoàn, lưu lượng của bộ tiết kiệm đạt mức tối thiểu khoảng 33% tải, trước khi bộ điều khiển bằng entanpy bắt đầu tăng lưu lượng nước cấp.



Hình 10. Biểu đồ xu hướng vận hành ở chế độ tuần hoàn

5.4.3. Xu hướng 3: Khởi động tổ máy

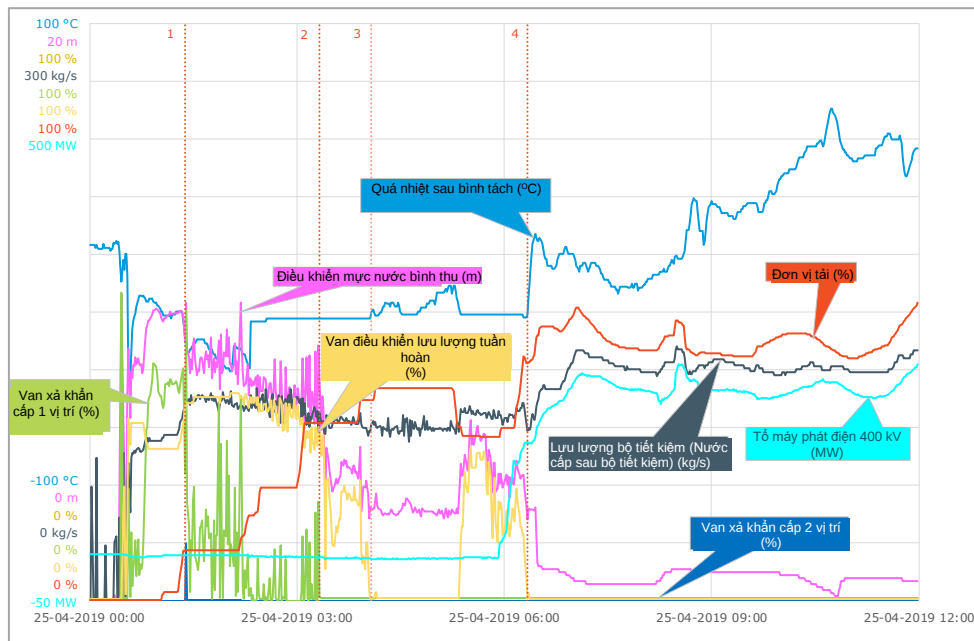
Xu hướng này cho thấy hoạt động của hệ thống tuần hoàn trong quá trình khởi động. Trong trường hợp này, các van xả khẩn cấp sẽ hoạt động trong một khoảng thời gian đáng kể để kiểm soát mực nước trong bình thu. Từ các đồ thị trong Hình 11, bốn “điểm đánh dấu” (đường chấm màu đỏ 1-2-3-4) để nhằm mục đích quan sát:

- **Điểm đánh dấu 1:**

Tại thời điểm này, mực nước bình thu đạt đỉnh trong khoảng thời gian ngắn. Mực nước đủ để mở cả hai van xả khẩn cấp, mặc dù van 2 chỉ mở khoảng 10 %.

Tải lò hơi được đặt ở mức 10% ngay trước điểm đánh dấu và duy trì ở mức tải này trong khoảng một giờ. Trong giai đoạn này, lò hơi tăng áp suất, cho đến khi đạt được lưu lượng ổn định ở tất cả các nhánh.

Có thể quan sát thấy van tuần hoàn không bao giờ mở quá 37%, trong khi đó van xả khẩn cấp 1 lại mở thường xuyên. Điều này là do giới hạn tối đa của lưu lượng tuần hoàn, giúp giảm nguy cơ sôi trong bộ tiết kiệm có thể gây ra các dao động mực nước lớn hơn nhiều.



Hình 11. Biểu đồ xu hướng khởi động tổ máy

- **Điểm đánh dấu 2:**

Từ thời điểm này, các ống thoát nước khẩn cấp được đóng lại. Tải tăng lên khoảng 30%. Lý do chính khiến lưu lượng dừng dao động tại thời điểm này là do điểm đặt áp suất lò hơi dừng tăng lên, và do đó, các van nhánh mở ra rộng hơn đáng kể, làm tăng lưu lượng hơi nước và lưu lượng nước cấp mới.

- **Điểm đánh dấu 3:**

Ngay trước thời điểm này, tải thậm chí còn tăng mạnh hơn. Điều này làm cho mực nước trong bình thu giảm xuống và van điều khiển lưu lượng tuần hoàn đóng lại. Tuy nhiên, nhiệt độ hơi nước không thực sự tăng cao hơn nhiều so với áp suất bão hòa, vì vậy hệ thống tuần hoàn vẫn duy trì hoạt động. Sau đó, tải lại giảm xuống và lưu lượng tuần hoàn tăng trở lại.

- **Điểm đánh dấu 4:**

Tại thời điểm này, lưu lượng tuần hoàn lại giảm xuống bằng 0 và nhiệt độ hơi nước tăng lên trên mức bão hòa do tải tăng lên đáng kể. Ngay sau đó, hệ thống tuần hoàn dừng hoạt động và tổ máy tiếp tục ở chế độ trực lưu. Sau đó, nhiệt độ hơi nước tăng chậm, có thể từ từ làm nóng tuabin.

6. Cách thức nhà máy điện của Đan Mạch tuân thủ quy định để tăng cường vận hành linh hoạt

Mục đích của chương này là giới thiệu cách thức đơn vị vận hành nhà máy điện tuân thủ các quy định hiện hành của chính quyền trong các trường hợp như không phù hợp với năng lực kỹ thuật của nhà máy. Dựa trên các tài liệu và các cuộc trao đổi toàn diện, đề xuất thay đổi các quy định tiêu chuẩn hạn chế có thể cản trở vận hành linh hoạt nhà máy theo năng lực kỹ thuật.

6.1. Trường hợp 1: Cập nhật tiêu chí dừng hoạt động đột

Đây là ví dụ về Tổ máy Nordjylland 3.

Thiết kế ban đầu yêu cầu phải sử dụng thêm dầu trong quá trình khởi động máy nghiền để đảm bảo hiệu suất ngọn lửa và vận hành an toàn.

Trong những năm qua, lượng năng lượng tái tạo tăng lên đã thay đổi đáng kể cấu hình vận hành của tổ máy. Do đó, các thay đổi về tải và khởi động/dừng máy nghiền hiện đã phổ biến hơn rất nhiều. Mục tiêu thực hiện nghiên cứu là xem xét đề xuất bỏ yêu cầu bổ sung dầu trong quá trình khởi động máy nghiền vì có thể tiết kiệm được một khoản đáng kể.

Nhóm làm việc tại nhà máy bao gồm nhân viên vận hành và kỹ thuật nhà máy (kỹ sư đốt và điều khiển) đã được thành lập để nghiên cứu thêm. Nhóm làm việc chủ yếu tập trung vào trường hợp khởi động máy nghiền có tín hiệu ngọn lửa rõ ràng và an toàn ở cả bên trên và bên dưới nhóm buồng đốt đang nghiên cứu.

Nhóm làm việc đã trao đổi với cả nhà sản xuất lò hơi (BWE) và nhà sản xuất máy nghiền than (Babcock). Cả hai nhà cung cấp đều đồng ý rằng có thể khởi động máy nghiền giữa mà không cần thêm dầu khi có tín hiệu ngọn lửa ở cả bên trên và bên dưới. Các nhà cung cấp cũng thừa nhận rằng điều này không mâu thuẫn với tiêu chuẩn/quy chuẩn TRD413 “Hệ thống đốt than nghiền và lò hơi”¹.

Tuy nhiên, các nhà cung cấp lại không đưa ra bất kỳ đảm bảo nào về quy trình vận hành sau khi cập nhật. Do đó, chủ sở hữu nhà máy đã đứng ra chịu trách nhiệm và các kỹ sư điều khiển nhà máy đã thực hiện những thay đổi cần thiết trong hệ thống DCS.

Nhân viên vận hành đã được hướng dẫn không cần thêm dầu khi khởi động buồng đốt giữa. Tổ máy đã hoạt động với nguyên tắc đó trong gần 10 năm qua và không gặp vấn đề gì.

Các điểm chính rút ra từ kinh nghiệm này là:

¹TRD413 được áp dụng trong thiết kế tổ máy, nhưng quy định này sau đó đã được thay thế bằng EN12952-9

- Các hướng dẫn vận hành được cập nhật vẫn thuộc phạm vi của quy định về hệ thống đốt (TRD413).
- Nhà cung cấp không thể đảm bảo cho những thay đổi này, kể cả khi họ đồng ý rằng những thay đổi là khả thi về mặt kỹ thuật.

6.2. Trường hợp 2: Giới hạn nhiệt độ động lực trên ống dẫn áp suất cao.

Nhu cầu vận hành linh hoạt ngày càng tăng dẫn đến tăng số lần dừng lò hơi do nhiệt độ cao trong các ống lò hơi và ống cao áp.

Một phân tích nguyên nhân gốc rễ đã phát hiện ra rằng hầu hết các lần tổ máy dừng hoạt động là do giảm tải nhanh. Mặc dù quá trình đốt đã giảm nhanh trong quá trình tăng giảm công suất, tuy nhiên nhiệt độ hơi nước tăng quá mức giới hạn dừng hoạt động do nhiệt được lưu trữ trong các ống lò hơi.

Khi lò hơi hoạt động ở chế độ áp suất trượt, áp suất hơi thấp hơn đáng kể so với áp suất thiết kế khi nhiệt độ vượt quá giới hạn báo động.

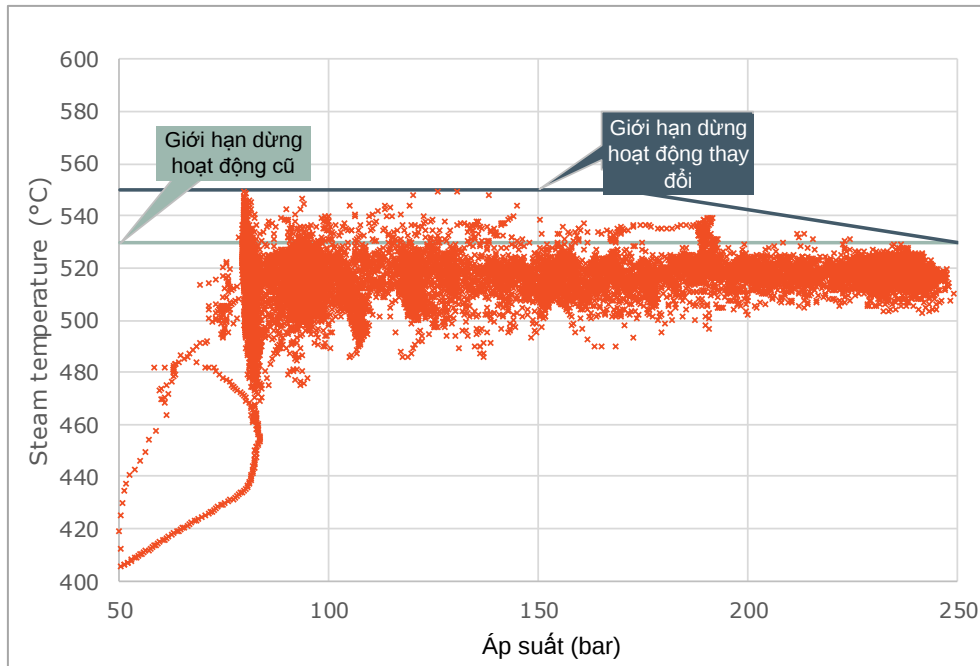
Kết quả phân tích nguyên nhân gốc rễ này đã thúc đẩy ý tưởng thay đổi giới hạn nhiệt độ trong vận hành tải từng phần, nhờ đó giảm được áp lực lên nguyên vật liệu do áp suất hơi nước giảm.

Các chuyên gia về nguyên vật liệu đã tính toán phần tử hữu hạn đối với tất cả các bộ phận lò hơi có thể tiếp xúc với nhiệt độ cao khi vận hành tải từng phần. Tính toán này xác nhận rằng vật liệu có thể chịu được nhiệt độ cao hơn khi vận hành tải từng phần (áp suất thấp hơn), và do đó vẫn nằm trong giới hạn chấp nhận được theo quy định của Chỉ thị về thiết bị chịu áp lực (EU PED 2014/68/EU).

Theo Chỉ thị về thiết bị chịu áp lực, những thay đổi được đề xuất phải được cơ quan được thông báo do cơ quan có thẩm quyền quốc gia chỉ định phê duyệt. Sau khi xem xét về mặt kỹ thuật, cơ quan được thông báo ("Ångpanna Foreningen" của Thụy Điển) đã phê duyệt các giới hạn mới này.

Trong Hình 12 có một ví dụ về sự khác nhau giữa giới hạn cũ và mới. Rõ ràng là giới hạn cũ có những hạn chế nghiêm trọng trong quá trình vận hành của nhà máy, trong khi giới hạn mới cho phép vận hành trên thực tế mà không có nguy cơ phải dừng hoạt động lò hơi. Tất nhiên, điều quan trọng là phải chắc chắn rằng các giới hạn mới được EU PED 2014/68/EU chấp nhận hoàn toàn.

Các giới hạn mới đã được các kỹ sư C&I địa phương triển khai tại nhiều nhà máy khác nhau và nhìn chung đã giảm đáng kể số lần dừng hoạt động lò hơi do giới hạn nhiệt độ cao.



Hình 12. Biểu đồ phân tán x-y của nhiệt độ và áp suất.

6.3. Trường hợp 3: Tải tối thiểu ở mức 20% mà không cần thêm dầu.

Nhu cầu vận hành linh hoạt tăng lên cũng làm tăng nhu cầu tải tối thiểu thấp hơn. Mức tải tối thiểu thấp thường được mong muốn hơn khi giá điện ở mức thấp mà vẫn đủ bù được chi phí cao cho việc khởi động và dừng hoạt động. Trong các trường hợp số giờ giá thấp hạn chế, các tổ máy thường được vận hành ở mức tải tối thiểu và dù lỗ nhưng vẫn hấp dẫn hơn là dừng hoạt động tổ máy.

Việc so sánh giữa vận hành ở mức tải thấp và tổ máy dừng hoạt động/khởi động rõ ràng cho thấy vận hành ở mức tải thấp có nhiều lợi thế hơn và nhất là không cần phải mất nhiều chi phí thêm dầu.

Nhà máy được đề cập là một tổ máy 400 MWe, với lò hơi trực lưu siêu tới hạn (540°C/250 bar). Tổ máy có 4 máy nghiền than. Thiết kế ban đầu yêu cầu 2 máy nghiền than có thêm dầu hoạt động ở mức tải tối thiểu (30% tải lò hơi).

Tải tối thiểu của Lò hơi là 20% nhưng ban đầu chỉ đạt được khi đốt dầu. Đối với lò hơi cụ thể, tải 20% là giới hạn tối thiểu có thể chấp nhận được để phân phối hợp lý trong mạch nước/hơi của lò hơi.

Một chương trình thử nghiệm đã được khởi động để xem xét xem liệu có thể giảm tải lò hơi xuống 20% mà không cần thêm dầu hay không. Chương trình thử nghiệm đã triển khai bằng phương pháp tăng dần

- Tải tối thiểu thông thường (30%) mà không thêm dầu
- Từng bước giảm tải xuống 20%
- Tải 20% không thêm dầu và chỉ có 1 máy nghiền than hoạt động

Mỗi buồng đốt được trang bị máy quét ngọn lửa riêng để đảm bảo đốt cháy.

Bước đầu tiên đạt được tương đối dễ dàng nhưng cần điều chỉnh lưu lượng Gió cấp một để đảm bảo phân phối đều giữa tất cả các buồng đốt.

Mức giảm thấp tới 20% cho thấy rằng đôi khi rất khó để duy trì đủ tín hiệu ngọn lửa do tải của máy nghiền rất thấp. Do đó, thử nghiệm hoạt động chỉ với một máy nghiền đã được triển khai. Điều này làm tăng nguy cơ dừng hoạt động tổ máy nhưng lại tăng lưu lượng nhiên liệu và khí trong máy nghiền đang hoạt động, giúp ngọn lửa ổn định hơn.

Sau khi thử nghiệm thành công thì đã được triển khai trong hoạt động hàng ngày. Một cuộc trao đổi cởi mở về khả năng tăng nguy cơ dừng hoạt động lò hơi khi vận hành với một máy nghiền than duy nhất đã diễn ra. Tuy nhiên, ban quản lý nhà máy đã chấp nhận rủi ro này như một sự đánh đổi hợp lý để tăng tính linh hoạt của nhà máy.

Kinh nghiệm thực tế đã chứng minh rằng khi vận hành với một máy nghiền than duy nhất thì chỉ gặp một số vấn đề. Các nhân viên vận hành đã trở nên thoải mái với cách thức vận hành này.

6.4. Trường hợp 4: Thử nghiệm đốt sinh khối

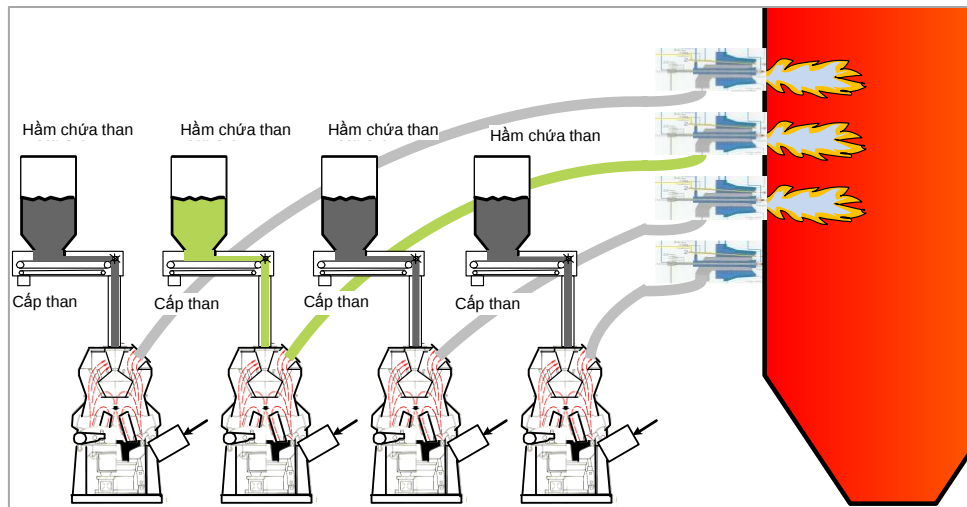
Nhiều nhà máy điện của Đan Mạch đã chuyển sang sử dụng sinh khối để giảm lượng khí thải CO₂. Một số nhà máy đã được chuyển sang đốt 100% sinh khối, gần đây một trong những tổ máy đốt than còn lại đã được thử nghiệm cả đốt than và đốt sinh khối.

Sinh khối là *viên nén gỗ nổ bằng hơi nước*, với nhiệt trị thấp xấp xỉ 19 MJ/kg, hàm lượng tro thấp (< 0,5%), hàm lượng nước thấp (10%), và hàm lượng chất dễ bay hơi cao (>30%). Viên nén nổ bằng hơi nước có thể bảo quản ngoài trời và không bị phân hủy khi tiếp xúc với nước. Chúng có thể được đốt cháy mà không cần điều chỉnh máy nghiền than hoặc buồng đốt. Giá cao hơn một chút so với viên trắng truyền thống, do đó cần phải bảo quản trong nhà và điều chỉnh máy nghiền và buồng đốt. Do đó, các viên nén nổ bằng hơi nước chủ yếu hấp dẫn đối với các nhà máy có tuổi thọ hạn chế có thể chấp nhận CAPEX dành chuyển đổi sinh khối thấp và tăng chi phí OPEX.

Để thử nghiệm việc đốt sinh khối, người ta đã quyết định thử nghiệm với một máy nghiền than bằng viên nén gỗ và với hai máy nghiền than bằng than: một bên dưới và một bên trên "máy nghiền sinh học".

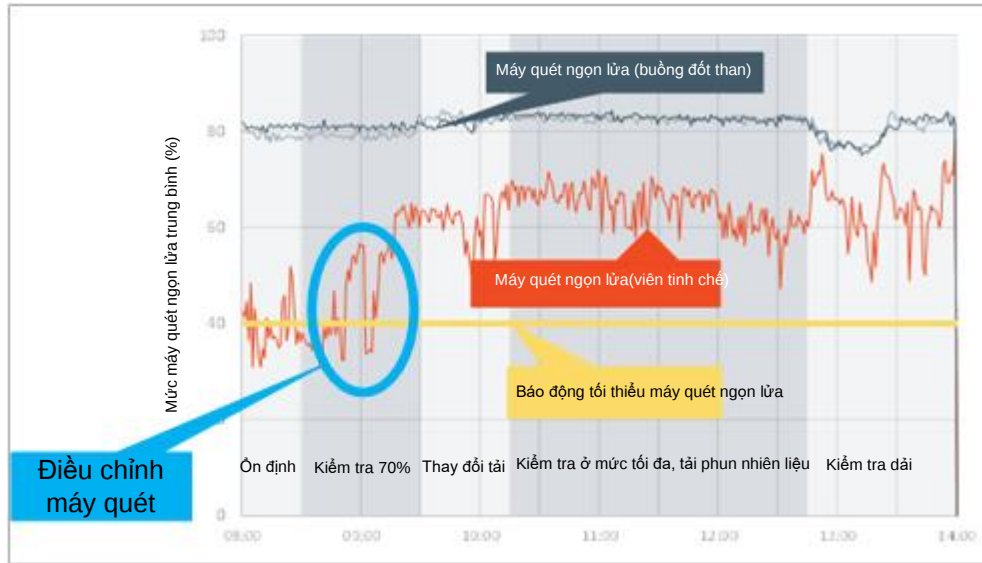
Rõ ràng là sinh khối tạo ra một ngọn lửa khác so với ngọn lửa than. Chuyên gia đốt cao cấp của chúng tôi rất hài lòng khi kiểm tra trực quan ngọn lửa, nhưng máy quét ngọn lửa lại liên tục báo tín hiệu ngọn lửa thấp, ngay trên mức giới hạn dừng hoạt động của máy nghiền. Sau khoảng một giờ thử nghiệm, một số máy quét ngọn lửa đã bị giảm tín hiệu trong hơn 5 giây, điều này khiến máy nghiền dừng hoạt động ngay lập tức.

Mặc dù đã có dấu hiệu rõ ràng ngọn lửa ổn định bằng hình ảnh, tất cả đều nhất trí rằng không thể thay đổi logic dừng hoạt động của máy quét ngọn lửa. Điều này thậm chí không được chấp nhận trong quá trình thử nghiệm. Thay vào đó, chúng tôi quyết định điều chỉnh điểm ngấm của máy quét ngọn lửa, với hy vọng rằng chúng có thể phát hiện ngọn lửa rõ ràng hơn.



Hình 13. Minh họa cấu hình máy nghiền sinh khối và than trong quá trình thử nghiệm.

Sau khoảng 1 giờ điều chỉnh (xem Hình 14), máy quét ngọn lửa đều cho thấy tín hiệu tốt hơn đáng kể trên mức giới hạn tối thiểu, mặc dù vẫn thấp hơn mức của buồng đốt than.



Hình 14. Biểu đồ xu hướng cho tín hiệu máy quét ngọn lửa trong quá trình thử nghiệm đồng đốt sinh khối.

Các điểm quan trọng rút ra được liên quan đến việc tăng tính linh hoạt của nhiên liệu có thể được tóm tắt như sau:

- Thử nghiệm và đặc biệt là giới hạn dừng hoạt động các máy nghiền than vẫn nằm trong phạm vi quy định của hệ thống đốt (TRD413).
- Để đồng đốt sinh khối, chủ sở hữu nhà máy cần phải chấp nhận rủi ro xảy ra các hỏng hóc về cơ học, vì nhà cung cấp không thể đưa ra bất kỳ bảo đảm nào.

7. Kết luận và các khía cạnh cần nhắc

Phân tích của chúng tôi về cả hai nhà máy cho thấy hai nhà máy nhiệt điện đốt than chạy tải nền được thiết kế theo tiêu chuẩn được trang bị rất tốt để vận hành ở mức tải cao hơn. Cả hai nhà máy đều được thiết kế cẩn thận để vận hành khi than có vấn đề. Các nhà máy được trang bị thiết bị đốt hiện đại rất phù hợp để vận hành ở tải thấp hơn mà không cần cải tiến. Vấn đề chính để đạt tải thấp hơn là chất lượng than và đặc biệt là hàm lượng chất dễ bay hơi rất thấp. Đề xuất của chúng tôi về cách đạt được mức tải thấp hơn với cả hai nhà máy là giống nhau, tức là duy trì tải buồng đốt cao bằng cách đóng hầu hết các buồng đốt bên ngoài, gần các thành bên hơn. Các buồng đốt đối diện được dự kiến sẽ hoạt động đồng thời. Chúng tôi chưa rõ liệu giải pháp này có khả thi hay không. Trong quá trình cài đặt vận hành có thể cần phải điều chỉnh một số điểm cần thiết.

7.1. Bước tiếp theo

Chúng tôi đề nghị tiếp tục triển khai quy trình ở các bước khác nhau. Đầu tiên là bước chuẩn bị sơ bộ cho các nhà máy bằng cách tăng cường công tác bảo trì và phân tích xem bãi than có thể được sử dụng tốt hơn hay không và bằng cách nào. Sau đó, chúng tôi đề xuất nên thực hiện các thử nghiệm tải trọng thấp để phân tích xem cần phải cải tiến những gì, nếu có.

Các bước sơ bộ:

1. Phân tích cách thức tối ưu hóa bãi than để lưu trữ các loại than có chất lượng khác nhau nhằm hạn chế thay đổi.
2. Tối ưu hóa quá trình đốt hiện tại ở cả tải thấp và tải cao.
Không cải tạo mà thực hiện đại tu lớn đối với máy nghiền và buồng đốt, trao đổi các bộ phận thiết bị đã cũ. Tập trung vào các máy nghiền than và các bộ điều khiển buồng đốt như cánh bộ phân loại, con lăn máy nghiền, cối nghiền, ... Có thể thực hiện công việc này có hoặc không có sự tham gia của OEM như SBWL.

Bước tiếp theo:

3. Tải hiện tại thấp.
UBC, CO, O₂, Nhiệt độ HT/gia nhiệt lại, lượng khí phun HT/gia nhiệt lại, tín hiệu máy quét ngọn lửa, DP máy nghiền, tỷ lệ Than/PA, ...
4. Tiến hành thử nghiệm tải thấp đầu tiên.
Giảm tải bằng cách dừng hoạt động từng buồng đốt, đồng thời đổ thêm dầu để đốt. Giảm từ từ lượng dầu thêm vào mà vẫn đảm bảo duy trì tải buồng đốt

ở mức cao. Thử nghiệm này phải có hệ thống, được ghi chép lại và phân tích và các vấn đề được xác định.

5. Thử nghiệm tải thấp phải được tiến hành lặp đi lặp lại cho đến khi đạt được kết quả tốt nhất có thể.
6. Phân tích thử nghiệm phải ra kết luận về bước tốt nhất tiếp theo để đạt được mục tiêu.
Có thể cần có một số cải tạo.

Bước tiếp theo:

7. Sự tham gia của OEM trong quá trình cải tiến.
8. Thử nghiệm lại và ghi lại kết quả.

Dựa trên kinh nghiệm của Đan Mạch được phát triển trong suốt nhiều năm, dẫn đến các nhà máy điện của Đan Mạch đã được cải tiến đáng kể cả về kỹ thuật cũng như góc độ vận hành, chúng tôi tin tưởng rằng những đề xuất này sẽ giúp tăng cường khả năng linh hoạt cho cả Quảng Ninh và Vĩnh Tân. Điều này sẽ giúp hai nhà máy vận hành một cách linh hoạt trong hệ thống điện, đáp ứng tỷ trọng NLTT lớn và do đó, giảm lượng khí thải CO₂ và các khí nhà kính khác.

Tài liệu tham khảo

TRD 413:

Technische Regeln für Dampfkesseln Ausrüstung Kohlenstaubfeuerung an Dampfkesseln.

Thay thế bởi:

DIN EN 12952-9:

*Lò hơi ống nước và thiết bị phụ trợ - Phần 9: Yêu cầu đối với hệ thống đốt nhiên liệu rắn được
nghiên cho lò hơi.*

PED:

Chỉ thị về Thiết bị chịu áp lực (PED) (2014/68/EU) (trước đây là 97/23/EC)

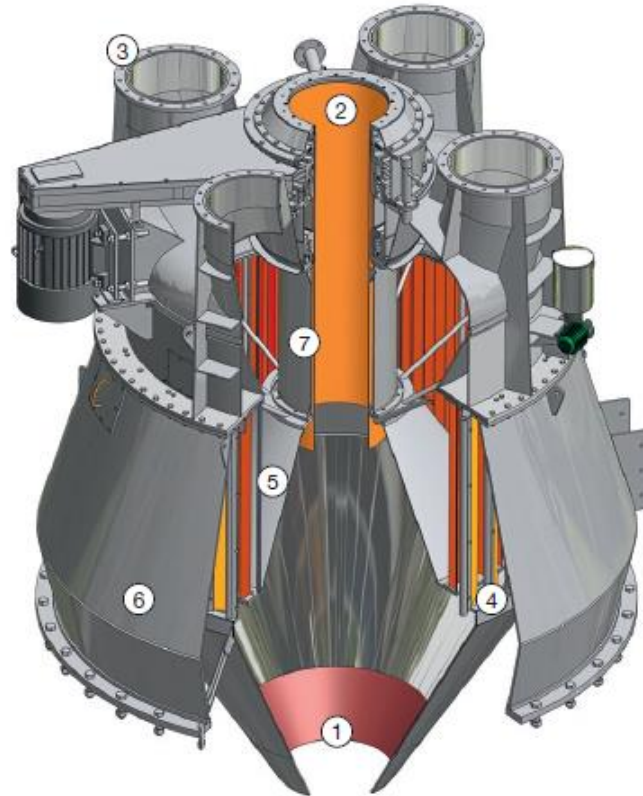
Phụ lục

Bộ phân loại động lực Loeche

Máy phân loại động lực hiệu suất cao Loesche dành cho ngành điện

Giải pháp lý tưởng để tối ưu hóa hiệu suất lò hơi...

- ① Hình nón
- ② Ống cấp than
- ③ Chứa than nghiền
- ④ Cánh dẫn hướng
- ⑤ Rô to có lưới
- ⑥ Vỏ
- ⑦ Trục rô to



- Đường cong phân bố kích thước hạt dốc hơn, giảm ma sát với vật liệu hạt to
- Tuần hoàn sản phẩm hạt mịn giảm
- Cải thiện hiệu suất lò hơi thông qua việc giảm lượng các-bon không đốt cháy trong hàm lượng tro và khí thải NOX
- Cải thiện hoạt động của nhà máy đáp ứng dài thông số kỹ thuật của than đầu vào rộng hơn
- Thiết kế hiện đại phù hợp để trang bị thêm cả máy nghiền bi trực đứng và trực ngang
- Hoạt động và tốc độ đáp ứng nhu cầu phụ tải của nhà máy linh hoạt
- Có sẵn giải pháp trọn gói chìa khóa trao tay



Máy phân loại của Nhà máy điện Ho-Ping