

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ CÔNG THƯƠNG

VIỆN NGHIÊN CỨU CƠ KHÍ

NCS. Hoàng Trung Kiên

**“NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ
CÔNG NGHỆ TỚI NĂNG SUẤT CỦA THIẾT BỊ LÀM MÁT
XÍ ĐÁY Lò HƠI ĐỐT THAN TUẦN HOÀN”**

**CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ
MÃ SỐ: 62.52.01.03**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2017

Công trình được hoàn thành tại Viện Nghiên cứu Cơ khí – Bộ Công thương

Người hướng dẫn khoa học

1. PGS.TS. Nguyễn Chí Sáng

2. GS.TS. Trần Văn Địch

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận án cấp cơ sở

Họp tại: Viện nghiên cứu cơ khí - Bộ Công thương

Tòa nhà trụ sở chính, Số 4 Đường Phạm Văn Đồng

Quận Cầu giấy – Thành phố Hà Nội

Vào hồi: ... giờ ..., ngày tháng năm 2017

Có thể tìm hiểu luận án tại các thư viện:

Thư viện Quốc gia

Thư viện Viện nghiên cứu Cơ khí

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA LUẬN ÁN

- [1]. Hoàng Trung Kiên, Hoàng Văn Gọt và Nguyễn Tiến Sỹ, 2013. Nghiên cứu đề xuất phương pháp làm mát xỉ từ lò hơi đốt than công nghệ CFB trong các nhà máy nhiệt điện theo hướng tái sử dụng nhiệt thải. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, số 17/ 08 2013.
- [2]. Hoang Trung Kien, Hoang Van Got and Dao Duy Trung, 2014. Research and propose the bottom ash and slag cooling method for circulating coal fired boiler. *The 15th ISPD 2014 “International Symposium on Eco-materials Processing and Design”*.
- [3]. Hoàng Trung Kiên, Nguyễn Chí Sáng, 2014. Nghiên cứu mô hình tính toán trao đổi nhiệt máy làm mát xỉ đáy lò hơi đốt than tuần hoàn bằng phương pháp khô. *Hội nghị Cơ - Điện tử toàn quốc lần thứ 7 (VCM-2014)*, Tuyển tập công trình khoa học, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.
- [4]. Hoàng Trung Kiên và Hoàng Văn Gọt 2016. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ chính đến năng suất thiết bị làm mát xỉ kiểu tang quay đáy lò hơi đốt than tuần hoàn (CFB). *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, số 8 tháng 08 năm 2016.
- [5]. Hoàng Trung Kiên và Hoàng Văn Gọt, 2016. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ chính đến năng suất thiết bị làm mát xỉ kiểu vít quay đáy lò hơi đốt than tuần hoàn (CFB). *Hội nghị khoa học và Công nghệ toàn quốc về Cơ khí – Động lực 2016*.
- [6]. Hoàng Trung Kiên, Hoàng Văn Gọt và Trần Văn Địch, 2017. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ chính tới năng suất thiết bị làm mát xỉ đáy lò hơi CFB bằng thực nghiệm. *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, số 9 tháng 9 năm 2017.

Công trình được hoàn thành tại Viện Nghiên cứu Cơ khí – Bộ Công thương

Người hướng dẫn khoa học

- 1. PGS.TS. Nguyễn Chí Sáng**
- 2. GS.TS. Trần Văn Địch**

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận án cấp cơ sở

Họp tại: Viện nghiên cứu cơ khí - Bộ Công thương

Tòa nhà trụ sở chính, Số 4 Đường Phạm Văn Đồng

Quận Cầu giấy – Thành phố Hà Nội

Vào hồi: ... giờ ..., ngày tháng năm 2017

Có thể tìm hiểu luận án tại các thư viện:

Thư viện Quốc gia

Thư viện Viện nghiên cứu Cơ khí

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết

Hướng phát triển dùng lò hơi CFB tại Việt Nam phù hợp cho việc tận dụng nhiên liệu là than chất lượng thấp với khối lượng lớn đang tồn tại ở các vùng khai thác than. *Song vấn đề khó khăn thường xảy ra trong sản xuất là bị trục trặc tại khâu thải xỉ đáy lò hơi CFB qua thiết bị làm mát xỉ như năng suất không ổn định do nhiều nguyên nhân khác nhau trong đó có nguyên nhân của chế độ vận hành. Đặc biệt khi thay đổi nhiên liệu than đốt cần phải lựa chọn bộ thông số công nghệ để vận hành phù hợp.* Những trục trặc đó gây ảnh hưởng trực tiếp làm giảm hiệu quả đến vận hành lò hơi và cả nhà máy nhiệt điện. Đề tài: “*Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ tới năng suất của thiết bị làm mát xỉ đáy lò hơi đốt than tuần hoàn*” đang có nhu cầu cấp thiết trong các nhà máy nhiệt điện than tại Việt nam hiện nay.

2. Mục tiêu của đề tài luận án

- Xây dựng được mối quan hệ ảnh hưởng của một số thông số công nghệ chính tới năng suất thiết bị làm mát xỉ;
- Bằng lý thuyết và thực nghiệm xây dựng được phương pháp tính toán trao đổi nhiệt cho thiết bị làm mát xỉ đáy lò hơi CFB;
- Áp dụng kết quả nghiên cứu của luận án vào vận hành để nâng cao năng suất và tính toán thiết kế một thiết bị làm mát xỉ mới, ứng dụng vào thực tiễn.

3. Ý nghĩa khoa học của kết quả luận án

- Đã nghiên cứu và lựa chọn được phương pháp tính toán trao đổi nhiệt của thiết bị làm mát xỉ trên cơ sở quá trình trao đổi nhiệt đối lưu giữa bề mặt vách máy với nước làm mát, dẫn nhiệt và bức xạ nhiệt giữa xỉ nóng với các bề mặt vách máy. Đây là cơ sở khoa học để lập mô hình toán phục vụ thiết kế và vận hành thiết bị;
- Bằng nghiên cứu thực nghiệm đã xây dựng được mối quan hệ giữa thông số đầu ra là năng suất làm mát và 3 thông số công nghệ chính: vận tốc di chuyển của xỉ (v), lưu lượng nước làm mát (q) và nhiệt độ môi chất làm mát là nước (t) từ đó xây dựng được bộ thông số phù hợp để nâng cao năng suất thiết bị làm mát xỉ.

4. Ý nghĩa thực tiễn của kết quả luận án

- Áp dụng bộ thông số công nghệ chính để vận hành thiết bị làm mát xỉ đáy lò hơi CFB.
- Ứng dụng phương pháp tính toán trao đổi nhiệt để thiết kế thiết bị làm mát xỉ đáy lò hơi CFB của tổ máy 55MW, kết quả đạt được đã minh chứng độ tin cậy về khoa học và giá trị thực tiễn.

KẾT LUẬN CHUNG CỦA LUẬN ÁN

1. Trên cơ sở lý thuyết về các hình thức trao đổi nhiệt và liên hệ với loại thiết bị làm mát xi kiểu vít, đã xác định quá trình làm mát xi là trao đổi nhiệt được kết hợp *trao đổi nhiệt đối lưu, dẫn nhiệt và bức xạ nhiệt*. Đây là căn cứ quan trọng để lập mô hình tính toán trao đổi nhiệt giữa môi chất lạnh và môi chất nóng là xi;

2. Đã lựa chọn được trang thiết bị thí nghiệm gồm: thiết bị làm mát xi đáy lò hơi CFB công nghiệp hiện đại của Phần Lan và các thiết bị đo lường thí nghiệm hiện đại nhập từ các nước có nền công nghiệp tiên tiến;

3. Đã lựa chọn phương pháp thực nghiệm khởi đầu trước khi thực nghiệm xác định tối ưu hóa bộ thông số công nghệ chính ảnh hưởng đến năng suất thiết bị làm mát xi (G_x) gồm: Lưu lượng nước làm mát (q), vận tốc chuyển xi (v) và nhiệt độ của nước mát (t);

4. Đã nghiên cứu thực nghiệm và xây dựng được phương trình hồi quy về mối quan hệ giữa năng suất máy làm mát xi (G_x) với 3 thông số công nghệ chính: vận tốc tải xi (v), nhiệt độ nước làm mát (t) và lưu lượng nước làm mát (q):

$$G = -31,6 + 19,6q - 0,171v + 1,96t + 3,56qv \\ - 0,8qt + 0,279vt + 7,41q^2 - 2,83v^2 - 0,0307t^2$$

5. Từ phương trình trên đã cho thấy 3 thông số công nghệ ảnh hưởng tới năng suất thiết bị làm mát (G_x) như sau: tác động tăng lớn nhất là lưu lượng (q) và thứ hai là nhiệt độ (t) còn vận tốc (v) có tác động làm giảm năng suất. Tác động đồng thời tổ hợp hai yếu tố (qv) làm tăng năng suất (G_x) đáng kể còn tổ hợp hai yếu tố vận tốc và nhiệt độ (vt) là rất nhỏ;

6. Kết quả thí nghiệm trung tâm cho thấy năng suất $G_x = 5,85$ tấn/h, đã tiếp cận cực trị khi ba thông số công nghệ $v = 1,1$ vg/ph; $t = 31^\circ\text{C}$; $q = 0,30\text{m}^3/\text{ph}$;

7. Áp dụng thành công phương pháp tính toán thiết kế, chế tạo và đưa vào phục vụ sản xuất thiết bị làm mát xi đáy lò hơi CFB cho tổ máy công suất 55MW trên cơ sở quá trình truyền nhiệt kết hợp: *trao đổi nhiệt đối lưu, dẫn nhiệt và bức xạ nhiệt* và đã ứng dụng có bộ 3 thông số công nghệ chính (v), (t) và (q) vào vận hành thiết bị, đã minh chứng độ tin cậy của phương pháp tính và hiệu quả của bộ thông số công nghệ đã lựa chọn bằng thực nghiệm, đạt được năng suất ổn định với nhiệt độ xi ra $< 170^\circ\text{C}$ và cao hơn khoảng 10% so với năng suất trước khi áp dụng, đảm bảo điều kiện môi trường theo tiêu chuẩn quy định của quốc gia Việt nam.

- Phương pháp tính toán có thể sử dụng để phục vụ công tác nghiên cứu và thiết kế cho thiết bị trao đổi nhiệt tương tự có công suất khác nhau.

5. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm xác định ảnh hưởng của 3 thông số công nghệ chính tới năng suất thiết bị làm mát xi đáy lò hơi CFB và áp dụng áp dụng kết quả nghiên cứu của luận án vào thiết kế, chế tạo và vận hành thiết bị này trong điều kiện thực tiễn sản xuất để minh chứng độ tin cậy của kết quả nghiên cứu;

- Sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm trực giao để nghiên cứu ảnh hưởng của 3 thông số công nghệ chính: lưu lượng nước làm mát (q), nhiệt độ nước làm mát (t) và vận tốc tải xi (v) đến năng suất của thiết bị làm mát xi.

6. Tính mới của kết quả luận án

- Đề tài luận án đã nghiên cứu lý thuyết và làm thực nghiệm trên thiết bị công nghiệp làm mát xi đáy lò hơi CFB, đốt than Việt Nam để xác định sự ảnh hưởng của 03 số thông số công nghệ chính tới năng suất thiết bị làm mát xi đáy lò hơi CFB;

- Đã nghiên cứu và lựa chọn phương pháp tính toán trao đổi nhiệt trên cơ sở quá trình hỗn hợp: *trao đổi nhiệt đối lưu, bức xạ nhiệt và dẫn nhiệt*, kết quả được áp dụng kiểm chứng trong thiết kế, chế tạo một thiết bị làm mát xi mới kiểu vít, ứng dụng vào thực tiễn sản xuất, đạt kết quả có độ tin cậy và ổn định cao.

7. Giới hạn của luận án

Luận án giới hạn chỉ nghiên cứu xác định mô hình truyền nhiệt của thiết bị làm mát xi kiểu vít làm cơ sở xây dựng phương pháp tính toán thiết kế để nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ chính: lưu lượng nước làm mát (q), nhiệt độ nước (t) và vận tốc tải xi (v) tới năng suất của thiết bị làm mát xi đáy lò hơi CFB bằng thực nghiệm.

8. Đối tượng nghiên cứu

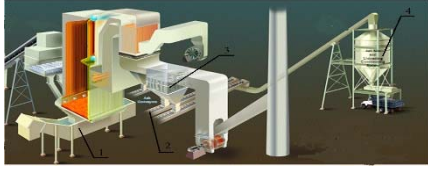
Áp dụng phương pháp tính toán, thiết kế và chế tạo thiết bị làm mát xi kiểu vít cho lò hơi CFB và nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ chính: lưu lượng nước làm mát (q), nhiệt độ nước (t) và vận tốc tải xi (v) tới năng suất của thiết bị bằng thực nghiệm.

CHƯƠNG 1:

TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ THU VÀ LÀM MÁT XI ĐÁY LÒ HƠI TRONG NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN THAN

1.1. Tình hình nghiên cứu công nghệ thu xi đáy lò hơi đốt than trong nhà máy nhiệt điện trên thế giới

1.1.1. Sơ đồ chung của hệ thống thu tro xi của nhà máy nhiệt điện đốt than



Hình 1.1: Sơ đồ chung hệ thống thu tro xỉ của nhà máy nhiệt điện

1.1.2. Phân loại công nghệ thải tro xỉ [27], [30] (hình 1.2):

1.2. Một số dạng thiết bị trao đổi nhiệt

1.3. Tình hình nghiên cứu phương pháp làm mát xỉ đáy lò hơi CFB tại Việt Nam và trên thế giới

1.3.1. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng phương pháp làm mát xỉ đáy lò hơi CFB tại Việt Nam

1.3.2. Một số công trình khoa học mới trên thế giới về phương pháp làm mát xỉ đáy lò hơi CFB

- Các tác giả: B.Zeng, X.F. Lu, H. Z. Liu (2016). Industrial Application study on New type Mixet - Flow Fluidized Bed Bottom Ash Cooler [30]: Công trình đã thử nghiệm một loại thiết bị làm mát xỉ đáy bằng phương pháp khô, có cơ chế chống tạo vón cục xỉ làm tăng được năng suất làm mát.

- Nhóm tác giả: Wei Wang, Xiaodong Si,.. (2013). (Heat-Transfer Model of the Rotary Ash Cooler Used in Circulating Fluidized-Bed Boilers). Đã nghiên cứu mô hình truyền nhiệt của máy làm mát xỉ đáy lò hơi CFB kiểu quay. Bằng thực nghiệm đã chứng minh rằng *hệ số truyền nhiệt giữa xỉ-không khí và không khí-nước xấp xỉ như nhau và nhỏ hơn nhiều hệ số truyền nhiệt giữa xỉ-nước.*

Nhận xét: Từ phân tích các công trình làm mát tro xỉ trên thế giới cho thấy:

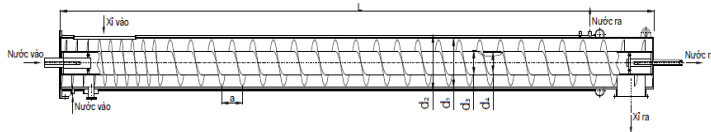
- Làm mát bằng phương pháp khô có thể bằng không khí cũng thể bằng nước gián tiếp hoặc có thể phối hợp cả hai môi chất;

- Hệ số truyền nhiệt giữa xỉ và nước là lớn nhất so với hệ số truyền - Thiết bị làm mát kiểu vít có ưu điểm trội hơn kiểu tang quay.

Các công trình trên thế giới chưa nghiên cứu ảnh hưởng của ba thông số công nghệ chính (q), (t) (v) tới năng suất bằng than đốt Việt nam.

1.3.3. Thiết bị làm mát xỉ đáy lò hơi kiểu vít

1.3.3.1. Cấu tạo thiết bị làm mát kiểu vít (H.1.15)



Hình 1.15. Cấu tạo thiết bị làm mát xỉ kiểu vít

kiện tại nhà máy. Năng suất so với độ vận hành cũ khoảng 10% (đính kèm tại phụ lục 4, biên bản xác nhận của Công ty Nhiệt điện Na dương)

KẾT LUẬN CHƯƠNG 4

Từ kết quả nghiên cứu thực nghiệm của chương 4 cho phép kết luận:

1. Đã xây dựng được phương trình hồi quy thực nghiệm về mối quan hệ giữa năng suất máy làm mát xỉ (G_x) với 3 thông số công nghệ chính: vận tốc tải xỉ (v) nhiệt độ nước làm mát (t) và lưu lượng nước làm mát (q):

$$G = -31,6 + 19,6q - 0,171v + 1,96t + 3,56qv - 0,8qt + 0,279vt + 7,41q^2 - 2,83v^2 - 0,0307t^2$$

2. Từ phương trình trên đã cho thấy 3 thông số công nghệ ảnh hưởng tới năng suất thiết bị làm mát (G_x) như sau: tác động tăng lớn nhất là lưu lượng (q) và thứ hai là nhiệt độ (t) còn vận tốc (v) có tác động giảm năng suất phù hợp nhiệt độ xỉ ra $\leq 170^\circ\text{C}$. Tác động đồng thời tổ hợp hai yếu tố (qv) làm tăng năng suất (G_x) đáng kể còn tổ hợp hai yếu tố vận tốc và nhiệt độ (vt) là rất nhỏ.

3. Kết quả thí nghiệm trung tâm cho thấy năng suất $G_x = 5,85\text{tán/h}$, đã tiếp cận cực trị khi ba thông số công nghệ $v=1,1\text{ vg/ph}$; $t= 31^\circ\text{C}$; $q=0,30\text{m}^3/\text{ph}$.

4. Áp dụng thành công phương pháp tính toán thiết kế thiết bị làm mát xỉ kiểu vít đáy lò hơi CFB trên cơ sở quá trình kết hợp *trao đổi nhiệt đối lưu, dẫn nhiệt và bức xạ nhiệt* và ứng dụng có bộ 3 thông số công nghệ chính (v), (t) và (q) vào vận hành thiết bị nâng cao được năng suất khoảng 10%, đã minh chứng độ tin cậy của phương pháp tính và hiệu quả của bộ thông số công nghệ đã lựa chọn bằng thực nghiệm

4.7. Các thông số kỹ thuật chính của thiết bị

- Năng suất làm mát xi: $G_x = 6$ tấn/giờ; Nhiệt độ xi đầu vào lớn nhất: $t_{xv} = 900^\circ\text{C}$; Vận tốc quy của vít vận chuyển: $n = 0,8-1,5$ vg/ph; Nhiệt độ xi đầu ra lớn nhất: $t_{xr} = 170^\circ\text{C}$; Lưu lượng nước qua thiết bị: $G_n = 0,25- 35$ m³/ph; Nhiệt độ nước đầu vào: $t_{nv} = 29- 33^\circ\text{C}$; Đường kính trong thân: $d_1 = 0,67$ m; Đường kính ngoài thân: $d_2 = 0,702$ m; Đường kính ngoài ống trục vít: $d_3 = 0,32$ m; Đường kính trong ống trục vít: $d_4 = 0,296$ m.

4.8. Kết quả chạy khảo sát thiết bị làm mát xi kiểu vít trong thực tiễn sản xuất

1, Chạy có tải liên tục trong điều kiện sản xuất 72 h trên thiết bị, áp dụng kết quả của Luận án.

2, Các chỉ tiêu chính đã đạt được: Số liệu đo được thể hiện trong bảng (4.3):

Bảng 4.3. Kết quả thực nghiệm trên mô hình công nghiệp

TT	Các thông số đầu vào			Kết quả đo		Giá trị trung bình y_j tấn/h	Nhiệt độ xi ra ($^\circ\text{C}$)
	v vg/ph	t ($^\circ\text{C}$)	q m ³ /ph	y_1	y_2		
1	1,1	31	0,30	5,9	5,8	5,85	165
2	1,1	31	0,30	5,8	5,9	5,85	164
3	1,1	31	0,30	6,0	5,9	5,95	164
4	1,1	31	0,30	5,9	5,85	5,87	165
5	1,1	31	0,30	5,8	5,85	5,87	164
6	1,1	31	0,30	5,8	5,9	5,85	164
7	1,1	31	0,30	5,9	5,9	5,90	165
8	1,1	31	0,30	5,8	5,85	5,825	164
9	1,1	31	0,30	5,7	5,8	5,90	158
Giá trị trung bình						5,88	

3, Đánh giá chung kết quả kiểm chứng thực tiễn trong sản xuất:

- Các thông số công nghệ: Lưu lượng nước làm mát ổn định $q = 0,30$ m³/ph, vận tốc $v = 1,1$ vg/ph và nhiệt độ $t = 31^\circ\text{C}$; Các thông số đầu ra: Năng suất đạt trung bình 5,88 t/h; Nhiệt độ 164-165 $^\circ\text{C}$; vận tốc $v = 1,1$ vg/ph, lưu lượng nước $q = 0,33$ m³/ph.

4, Kết quả chạy liên tục: từ tháng 4 năm 2016 tới nay đạt năng suất và các thông số khác ổn định đạt tương đương thiết bị mới cùng loại nhập từ Phần Lan đang hoạt động trong cùng điều

1.4. Lựa chọn dạng thiết bị làm mát xi đáy lò hơi CFB

1.4.2. Lựa chọn thiết bị làm mát xi và mô hình trao đổi nhiệt

- Đối tượng nghiên cứu của đề tài luận án: *thiết bị làm mát xi kiểu vít*, dạng kết cấu *ống lồng ống*

- Mô hình của quá trình truyền nhiệt: *kết hợp trao đổi nhiệt đối lưu, bức xạ nhiệt và dẫn nhiệt*.

KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

1. Đã nghiên cứu tổng quan về một số phương pháp làm mát xi bằng thiết bị trao đổi nhiệt như:

- Phương pháp khô làm mát xi bằng nước gián tiếp hoặc bằng không khí mát, làm mát theo phương pháp khô có khả năng tái sử dụng nhiệt thải. Phương pháp bằng không khí chưa được áp dụng ở Việt Nam;

- Phương pháp ướt, xi nóng được ngâm trong nước khi làm mát và xi sau làm mát ở trạng thái hỗn hợp với nước, làm mát theo phương pháp ướt có khả năng làm mát nhanh nhưng thiết bị chiếm nhiều diện tích, gây ô nhiễm môi trường, tro xi thải ở trạng thái ướt, thích hợp với nhà máy nhiệt điện đốt than phun (Lò hơi công nghệ PC);

2. Đã lựa chọn đối tượng nghiên cứu là thiết bị làm mát xi đáy lò hơi CFB kiểu vít một hành trình là thiết bị trao đổi nhiệt có thân vít là ống dạng trụ một lớp, kết cấu kiểu thiết bị “ống lồng ống”;

3. Mô hình của quá trình truyền nhiệt là *kết hợp trao đổi nhiệt đối lưu, bức xạ nhiệt và dẫn nhiệt*. Đây là cơ sở cho chương 2 lựa chọn phương pháp tính toán trao đổi nhiệt và xác định năng suất làm mát xi.

CHƯƠNG 2:

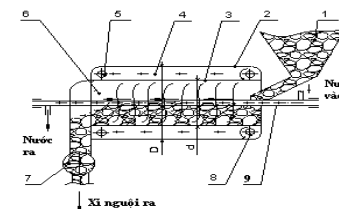
CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI NHIỆT TRONG THIẾT BỊ LÀM MÁT XI

2.1. Nguyên lý hoạt động của thiết bị làm mát xi kiểu vít

2.2. Lựa chọn phương pháp tính toán truyền nhiệt cho thiết bị làm mát xi

a, *Xác định dạng thiết bị làm mát xi*: dạng “ống lồng ống”, hành trình đơn

b, *Các hình thức trao đổi nhiệt trong thiết bị làm mát xi*: *trao đổi nhiệt đối lưu, bức xạ nhiệt và dẫn nhiệt* [6],[36],[38].



Hình 2.1 Sơ đồ nguyên lý thiết bị làm mát xi đáy lò hơi bằng nước gián tiếp

2.3. Các yếu tố ảnh hưởng tới trao đổi nhiệt trong thiết bị làm mát

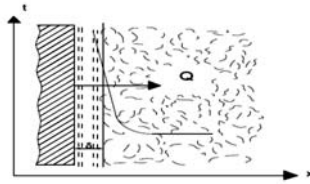
2.4. Cơ sở lý thuyết trao đổi nhiệt trong thiết bị làm mát xỉ kiểu “ống lồng ống”

2.4.1. Các hình thức truyền nhiệt trong thiết bị làm mát xỉ

2.4.1.1. Khái niệm trao đổi nhiệt hỗn hợp (TĐNHH):

2.4.1.2 Trao đổi nhiệt đối lưu

a, Khái niệm chung [2], [4], [6]



Hình 2.2: Mô hình thay đổi nhiệt độ trong lớp biên khi chất lỏng hấp thụ nhiệt [4],

2.4.1.2.Hệ phương trình trao đổi nhiệt đối lưu(TĐNDL)

a) Định luật Newton về TĐNDL [4]

$$q = \alpha \Delta t = \begin{cases} \alpha (t_f - t_w) & \text{khi } t_f > t_w \\ \alpha (t_w - t_f) & \text{khi } t_w > t_f \end{cases} \quad (2.4)$$

b) Hệ phương trình TĐNDL

- Phương trình truyền nhiệt: $\alpha = - \frac{\lambda}{\Delta t} \left(\frac{\partial t}{\partial n} \right)_{n=0} \quad (2.5)$

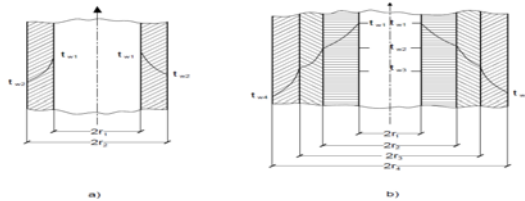
2.4.2. Các cơ sở xác định hệ số trao đổi nhiệt đối lưu(TĐNDL) bằng thực nghiệm

2.4.2.1, Lý thuyết đồng dạng [4],[6],[22]

2.4.3. Dẫn nhiệt qua vách trụ của thiết bị trao đổi nhiệt [2],[4],[37],[39]

a, Tính dòng nhiệt truyền qua một bề mặt hình trụ

$$\frac{d^2 t}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dt}{dr} = 0, r_1 \leq r \leq r_2 \quad (2.22)$$



a) Vách trụ một lớp; b) Vách trụ nhiều lớp

+ Gia công hàn thân máy: Gá và thiết bị hàn tự động chuyên dụng, mỗi hàn có khả năng chịu điều kiện nhiệt độ cao [51];

Gia công tiện: Tiện trục vít trên bộ đồ gá chuyên dùng [51], chịu tải trọng lớn nhất 10 tấn, chiều dài gá cho phép 12 mét, đường kính gia công lớn nhất 1,5 mét, đạt độ đồng trục hai ngõng ≤ 0,05mm và độ nhám bề mặt ngõng trục Rz10.

+ Gia công mài: Gá mài chuyên dụng [51], đạt mài gia công tinh:

độ đồng tâm ≤ 0,05mm; độ nhám bề mặt ngõng trục Ra 0,63-1,

+ Lắp ráp và tổ hợp: thiết bị đòi hỏi thực hiện trên gá chuyên dùng để đảm bảo độ chính xác thiết kế.

4.6.3.4. Tính toán kiểm tra độ dẫn dài của các chi tiết chính khi nhiệt độ cao:

Một số thông số kỹ thuật cho tính toán:

Xác định độ dẫn dài: Độ dẫn dài do nhiệt đối với thanh kim loại có cấu trúc đồng nhất có thể áp dụng công thức theo tài liệu số tay sức bền vật liệu[49]:

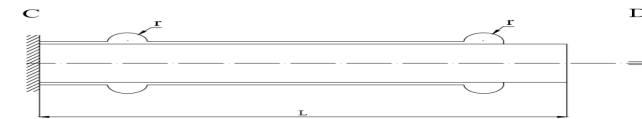
$$\Delta l = \alpha_l l (t_2 - t_1) \quad (4.18)$$

Tính toán độ dẫn dài Δl là không thể chính xác. Vậy để có (Δl) phải xác định bằng đo thực tế có giá trị δ= 5,23 mm. Đây là con số quan trọng để các nhà thiết kế cấu ổ đỡ B hình 4.8.

Với giá trị δ= 5,23 mm thì độ dẫn dài tương đối ε=0,914% rất nhỏ so độ dẫn dài tương đối của vật liệu đã lựa chọn cho trục vít và thân thiết bị.



Hình 4.9. Sơ đồ trục vít đặt trên gối đỡ chặn A và gối đỡ B



Hình 4.10. Sơ đồ thân thiết bị đặt trên gối đỡ chặn C và gối đỡ D

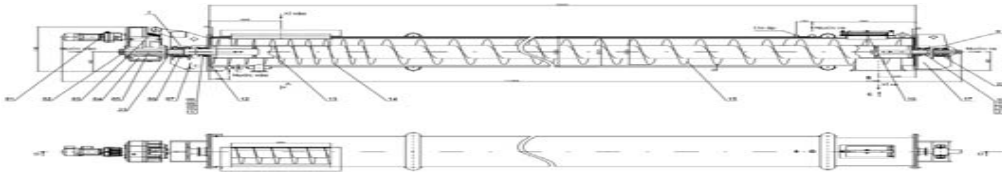
.Thực tiễn cho thấy sau 15 tháng hoạt động trong điều kiện sản xuất 3 ca/ngày, thiết bị đã hoạt động ổn định, đạt năng suất và an toàn (đính kèm trong phụ lục xác nhận của công ty nhiệt điện Na dương).

Theo kinh nghiệm của nước ngoài lựa chọn L khoảng 2,5-3 lần so với tính toán [32]. Cụ thể là: $L_{tt} \approx 3 L = 3.3, 1 = 9,3m$, (chọn $L=9m$)

4.6.3. Cấu tạo và điều kiện làm việc của thiết bị làm việc mát xỉ đáy lò kiểu vít

4.6.3.1 Mô tả kết cấu thiết bị

Thể hiện trên hình *bản chung* của thiết bị làm mát xỉ thể hiện trên hình 4.8.



Hình 4.8. Bản chung thiết bị làm mát xỉ đáy lò hơi CFB kiểu vít

4.6.3.2 Điều kiện làm việc của thiết bị:

a, *Làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao*: vít làm việc ở điều kiện nhiệt độ cao tới 900°C đầu xỉ ra, trong tang trung bình khoảng 600°C [32], [6]:

b, *Tải trọng tác động chính lên thiết bị*:

- *Biến dạng do tác động của nhiệt độ cao*: *Lực dọc trục*: Lực này sinh ra do vận chuyển xỉ, tạo lên lực dọc trục[58]; *Mài mòn*: Do ma sát giữa xỉ và bề mặt cánh vít,

c. 4.6.3.3 Một số giải pháp nhằm nâng cao tuổi thọ thiết bị

Một số giải pháp kỹ thuật:

- *Lựa chọn vật liệu*: Vật liệu chế tạo các chi tiết phải lựa chọn chịu bền nhiệt, chịu mài mòn, chịu biến dạng nhiệt độ cao[44], [45], [57]:

Vỏ ngoài thiết bị từ thép Q345; Thân vỏ trong vật liệu từ thép A515 (tính chất cơ lý và thành phần hóa học bảng 4.5, 4.6) [57]; Trục thép thép Mn16. Tính chất cơ lý và thành phần hóa học trong bảng 4.7, 4.8 [57];

+ Cánh vít hợp kim chịu nhiệt SUS310S, (tính chất cơ lý và thành phần hóa học thể hiện trên bảng 4.9, 4.10), [57].

-*Giải pháp thiết kế*: chọn ổ trục có khả năng chuyển vị (I và II hình 4.8)[56], thân vít có khả năng co giãn (I, III hình 4.7; kết cấu của thiết bị hợp lý đảm bảo độ cứng vững [54],[56]:

Giải pháp nâng cao chất lượng gia công chế tạo:

Định luật Fourier mật độ dòng nhiệt trên 1m² bề mặt đẳng nhiệt:

$$q = \lambda \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \frac{1}{r} \quad (2.26)$$

b, *Dòng nhiệt qua vách trụ*: dòng nhiệt Q truyền qua một bề mặt hình trụ có bán kính r

$$Q = Fq = (2\pi rl)\lambda \left\{ \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \frac{1}{r} \right\} = 2\pi l\lambda \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (2.27)$$

Chiều dài l của vách trụ là một lớp:

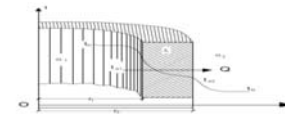
$$q_1 = \frac{Q}{l} = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} \quad (2.28)$$

Nếu vách trụ gồm n lớp:

$$q_1 = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\frac{1}{2\pi\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1}}; q_1 = \frac{t_{w2} - t_{w3}}{\frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2}}; \dots q_1 = \frac{t_{w(n+1)} - t_{wn}}{\frac{1}{2\pi\lambda_n} \ln \frac{d_{n+1}}{d_n}} \quad (2.29)$$

2.4.4. Tính nhiệt độ của bề mặt hai vách máy làm mát hình trụ [4], [7],[35]

Giả sử có một vách trụ (hình 2.4) chiều dài L, đường kính trong d₁, đường kính ngoài d₂, hệ số dẫn nhiệt λ. Chất lỏng nóng có nhiệt độ t_{f1} chuyển động bên trong ống, chất lỏng lạnh có nhiệt độ t_{f2}. Nhiệt lượng riêng q_L có dạng (2.31):



Hình 2.4: Mô hình truyền nhiệt qua vách trụ

$$\left. \begin{aligned} \frac{Q}{L} &= q_L = \alpha_1 \pi d_1 (t_{f1} - t_{w2}) \\ q_L &= \frac{2\pi\lambda (t_{w1} - t_{w2})}{\ln \frac{d_2}{d_1}} \\ q_L &= \alpha_2 \pi d_2 (t_{w2} - t_{f2}) \end{aligned} \right\} \quad (2.31)$$

Đối với vách nhiều lớp ta có:

$$\frac{1}{k_L} = \frac{1}{\alpha_1 d_1} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_{n+1}} \quad (2.36)$$

$$\frac{1}{k_L} = \frac{1}{\alpha_1 d_1 + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_{n+1}}} \quad (2.37)$$

Nhiệt độ 2 mặt vách trụ chưa biết là: t_{w1} và t_{w2} theo (2.38):

$$t_{w1} = t_{f1} - \frac{q_L}{\pi} \frac{1}{\alpha_1 d_1} \quad \text{và} \quad t_{w2} = t_{f2} - \frac{q_L}{\pi} \frac{1}{\alpha_2 d_2} \quad (2.38)$$

2.5. Cơ sở lý thuyết bức xạ nhiệt

2.5.1. Dòng bức xạ, năng suất bức xạ và cường độ bức xạ [4],[38]

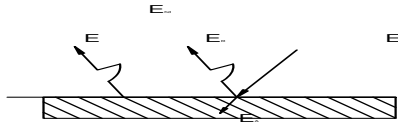
- Năng suất bức xạ: $E = \frac{dQ}{dF}$ (2.39) -

Cường độ bức xạ là năng suất bức xạ ứng với một khoảng hẹp chiều dài bước sóng:

2.5.2. Năng suất bức xạ riêng và năng suất bức xạ hiệu dụng [4], [38]

- Năng suất bức xạ hiệu dụng E_{hd} là tổng năng suất bức xạ riêng E và năng suất bức xạ phản xạ E_R của vật.

$$E_{hd} = E + E_R = E + (1-A) E_i \quad (2.47)$$



Hình 2.5: Sơ đồ mô hình tính năng suất bức xạ nhiệt

2.5.3. Vật Xám

2.5.4. Trao đổi nhiệt bức xạ giữa hai vật bọc nhau [4],[38]

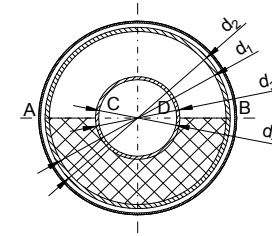
Vật bọc ngoài có diện tích bề mặt F_2 , hệ số hấp thụ A_2 với nhiệt độ T_2 không đổi. Vật được bọc là vật lõi có diện tích F_1 , hệ số hấp thụ A_1 với nhiệt độ T_1 không đổi trong suốt quá trình truyền nhiệt ($T_1 > T_2$) (hình 2.6).

Định nghĩa : vật lõi là vật mà tất cả các tia bức xạ tại một điểm bất kỳ trên bề mặt của nó không thể đến chính nó

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{868^\circ - 100^\circ}{\ln \frac{868^\circ}{100^\circ}} = 355^\circ C$$

3. Phương trình cân bằng nhiệt:

Lượng xi trong thiết bị làm mát tối đa là $\frac{1}{2}$ thể tích, hình 4.5



Hình 4.5: Sơ đồ tiết diện tang thiết bị làm mát xi và phân bố xi trong ống

Gồm ba hình thức cơ bản: dẫn nhiệt, bức xạ nhiệt và đối lưu có phương trình cân bằng nhiệt của thiết bị theo công thức [4], [6]:

$$Q = Q_x = Q_{bx} + Q_{dn} + Q_{dl} \quad (4.8)$$

Trong đó: Q_x là lượng nhiệt do xi nóng tỏa ra; Q_{bx} là lượng nhiệt trao đổi bằng bức xạ; Q_{dn} lượng nhiệt bằng dẫn nhiệt trực tiếp từ xi nóng vào thành thân vít; Q_{dl} là lượng nhiệt trao đổi bằng đối lưu giữa xi nóng và không khí;

a) Tính lượng nhiệt trao đổi bằng bức xạ Q_{bx} :

Lượng nhiệt trao đổi bằng bức xạ được tính theo công thức sau [4],[6]:

$$Q_{bx} = q_{bx} \cdot F_{bx} = \varepsilon_{qd} \cdot C_o \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F_{bx} \quad (4.9)$$

$$Q_{bx} = 1747,84L$$

b) Tính lượng nhiệt trao đổi bằng dẫn nhiệt Q_{dn} :

Lượng trao đổi nhiệt bằng dẫn nhiệt từ xi vào vách dẫn qua bề mặt của lỗ trục rỗng của trục vít: $Q_{dn} = Q_{dn\text{thân}} + Q_{dn\text{trục}}$ (4.11)

$$Q_{dl} = \frac{\lambda_{td}}{\delta} \cdot F_{dl} \cdot \Delta t_k = \frac{0,59}{0,335} \cdot 0,35 \cdot L \cdot 64,5 = 39,8 \cdot L$$

4. Tính chiều dài L của áo nước làm mát để đạt được diện tích trao đổi nhiệt:

- Phương trình cân bằng nhiệt (4.8): $Q = Q_x = Q_{bx} + Q_{dn} + Q_{dl}$

Năng suất danh nghĩa của thiết bị là 6 tấn/giờ, xác định được:

$$1747,84 \cdot L + 294835 \cdot L + 39,8 \cdot L = 912500 \rightarrow L = 912500 / 296622,64 = 3,1 \text{ m}$$

tăng nhanh, vượt nhiệt độ cho phép 170°C, mặt khác hệ số điều độ xi thấp, dẫn đến phải giảm năng suất;

- Tác động tỷ lệ thuận tương đối mạnh là tổ hợp yếu tố lưu lượng nước và nhiệt độ nước (qv), tác động đồng thời của tổ hợp vận tốc xi và nhiệt độ nước (vt) là rất nhỏ;

- Kết quả thí nghiệm trung tâm cho thấy năng suất $G_x = 5,85 \text{ tấn/h}$, tiếp cận cực trị khi ba thông số công nghệ chính: $v = 1,1 \text{ vg/ph}$; $t = 31^\circ\text{C}$; $q = 0,3 \text{ m}^3/\text{p}$;

4.6. Ứng dụng kết quả nghiên cứu của luận án vào thiết kế chế tạo và thực tiễn sản xuất

4.6.1. Thiết bị làm mát xi kiểu vít

1, Nguyên lý hoạt động (hình 4.1b)

4.6.2. Tính toán diện tích trao đổi nhiệt cho thiết bị làm mát kiểu vít

1, Tính lượng nhiệt của xi nóng tỏa ra:

Tính toán theo các thông kỹ thuật cho thiết bị làm mát xi máy lò CFB tổ máy 55MW với lượng than đốt là 36,5 tấn/h, tính bằng công thức [4],[37]:

$$Q = Q_x = G_x \cdot C_{px} \cdot \Delta t_x \quad (4.4)$$

Tính lượng nhiệt Q cho năng suất thiết bị 6tấn/giờ là:

$$Q = G_1 \cdot C_1 (t_1' - t_1'')$$

Vậy lượng nhiệt cần thiết theo năng suất thiết 6 tấn/h:

$$Q = \frac{6 \cdot 1000 \cdot 0,75 \cdot 730}{3600} = 912,5 \text{ (kW)} = 912.500 \text{ W}$$

2, Tính diện tích trao đổi nhiệt cần thiết

a) Tiết diện ngang hình 4.5 của dòng nước chảy trong thân vít làm mát xi:

$$S_{th} = \frac{\pi (d_1^2 - d_2^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,736^2 - 0,702^2)}{4} = 0,0384 \text{ , m}^2$$

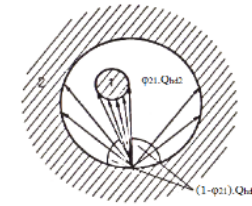
b) Tiết diện mặt cắt ngang dòng nước trong trục vít rỗng:

$$S_{tr} = \frac{\pi \cdot d_{tr}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,296^2}{4} = 0,0688 \text{ , m}^2$$

- Xác định nhiệt độ trung bình bề mặt ngoài thân và trục rỗng:

+ Độ chênh nhiệt độ trung bình Δt giữa nước và xi là [4]:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} \quad (4.6)$$



Hình 2.6: Sơ đồ bức xạ nhiệt khi hai vật bọc nhau

Gọi hệ số bức xạ của vật thứ hai tới vật thứ nhất φ_{21} là tỷ số:

$$\varphi_{21} = \frac{Q_{21}}{Q_2} \quad (2.50)$$

Nếu Q_{21} là phần bức xạ đến được vật thứ nhất thì phần còn lại của dòng bức xạ của vật bọc ngoài đến ngay chính nó bằng $(1-\varphi_{21}) \cdot Q_2$. Dòng nhiệt bức xạ hiệu dụng của hai vật tương ứng bằng:

$$Q_{hd1} = Q_1 + (1 - A_1) \varphi_{21} Q_{hd2} \quad (2.51)$$

$$Q_{hd2} = Q_2 + (1 - A_2) Q_{hd1} + (1 - \varphi_{21})(1 - A_2) Q_{hd2} \quad (2.52)$$

Nhận xét: Xi nóng trong tang làm mát kiểu vít bị bao bọc bởi vỏ tang thân vít. Do vậy tính toán truyền nhiệt do bức xạ cần áp dụng phần lý thuyết bức xạ giữa hai vật bọc nhau.

2.6. Tính toán nhiệt lượng cần thiết để đáp ứng năng suất thiết bị trao đổi nhiệt

2.6.1. Nhiệt lượng truyền giữa hai môi chất[6],[37]

Định luật Fourier quan hệ giữa nhiệt lượng truyền và điều kiện trao đổi nhiệt:

$$Q = -\lambda \int_F \text{grad} t_f dF \quad (2.60)$$

Công thức Newton:

$$Q = \alpha F (t_r - t_w), \text{ W} \quad (2.61)$$

- F - Bề mặt trao đổi nhiệt;

- $\Delta t = (t_r - t_w)$: hiệu số nhiệt độ (trong đó: t_r - nhiệt độ chất lỏng, t_w - nhiệt độ bề mặt vách);

- α - Hệ số tỏa nhiệt dạng:

$$\alpha = \frac{dQ}{(t_f - t_w) dF} = \frac{q}{t_f - t_w}, \text{ W / m}^2. \quad (2.62)$$

Hệ số tỏa nhiệt α phụ thuộc vào nhiều yếu tố, có thể biểu thị dưới dạng:

$$\alpha = f(t_r, t_w, \omega, \lambda, c_p, \rho, \mu, \varphi, l_1, l_2, l_3, \dots) \quad (2.63)$$

2.6.2. Nhiệt lượng hấp thụ hoặc tỏa ra của môi chất [4],[37]

Năng suất của thiết bị trao đổi nhiệt G_i , lượng nhiệt q cần hấp thụ hoặc tỏa ra của môi chất:

$$q = G_i \cdot C_i (t_1' - t_1'') \quad (2.64)$$

Nhận xét: Như vậy thì năng suất thiết bị trao đổi nhiệt của hai môi chất phụ thuộc vào độ chênh lệch của **hiệu độ hai môi chất (t)**, **vận tốc chuyển động của môi chất (v)** và **lượng của môi chất (q)**. Mỗi quan hệ toán học ($f=t, v, q$) là mục tiêu của luận án đặt ra.

KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

1. Đã nghiên cứu lý thuyết và chỉ ra một số yếu tố cơ bản ảnh hưởng tới trao đổi nhiệt trong thiết bị làm mát xi: chênh lệch mật độ của dịch thể hoặc ngoại lực đến dòng chảy, chế độ chuyển động của dịch thể "chảy tầng" hay "chảy rối", tính chất vật lý của dịch thể, đặc điểm bề mặt trao đổi nhiệt.

2. Đã nghiên cứu lý thuyết và rút ra được mối hệ toán học xác định dòng nhiệt Q trong thiết bị trao đổi nhiệt vách trụ một lớp (công thức 2.27). Đây là cơ sở quan trọng để ứng dụng tính toán diện tích trao đổi nhiệt cho thiết bị làm mát xi kiểu vít.

3. Đã rút ra được mối quan hệ toán học (công thức 2.61, 2.62, 2.63, 2.64) giữa **năng suất** của thiết bị trao đổi nhiệt với một số thông số công nghệ chính của môi chất như độ chênh lệch nhiệt độ hai môi chất (**t**), vận tốc chuyển động của môi chất (**v**) và lượng nhiệt tỏa ra/hấp thụ của môi chất (**q**). Đây là cơ sở lý thuyết để nghiên cứu thực nghiệm trong các chương 3,4.

4. Quá trình của thiết bị làm mát xi kiểu vít, kết cấu *dạng ống lồng ống* với thân vít dạng ống trụ là hình thức trao đổi nhiệt: *kết hợp giữa đối lưu nhiệt, bức xạ nhiệt và dẫn nhiệt*. Đây là cơ sở khoa học để tính toán thiết kế thiết bị trong các chương tiếp theo

5. Thiết bị làm mát xi đáy lò hơi làm việc trong điều kiện nhiệt độ và chịu mài mòn cao, khi thiết kế chế tạo phải có giải pháp kỹ thuật và công nghệ chế tạo để đáp ứng điều kiện khắc nghiệt.

CHƯƠNG 3:

VẬT LIỆU, TRANG THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Điều kiện biên thí nghiệm

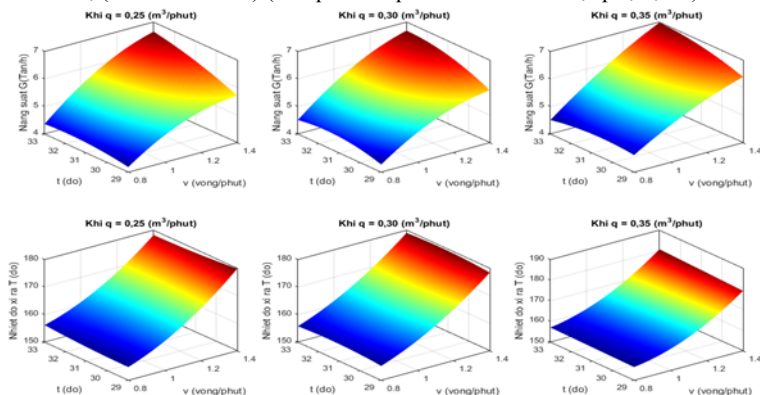
- Lưu lượng nước làm mát, q : $m^3/ph: [0,25 - 0,35]$;
- Vận tốc quay của tang, v : $vg/ph [0,8-1,4]$;
- Nhiệt độ nước làm mát độ, t : $C: [29^{\circ}C - 33^{\circ}C]$.

3.2 Vật liệu thí nghiệm

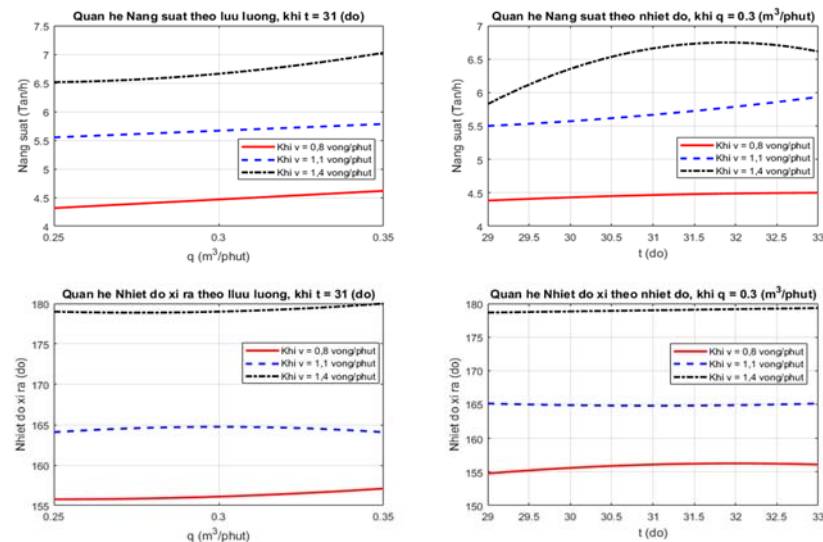
Vật liệu là xi của than cám 5b Hòn gai Việt nam[21], có cỡ hạt trung bình 5mm, nhiệt độ xi nóng vào: $900^{\circ}C$ [21],[18],[19], Môi chất lạnh là nước (nhiệt độ: $29 - 33^{\circ}C$), lưu lượng: $(0,25 - 0,35 m^3/ph)$, áp suất nước: $p=0,6MPa$.

4.4.2. Xây dựng đồ thị thực nghiệm

Sử dụng phần mềm MATLAB để giải hàm quy hoạch thực nghiệm, mô hình hóa và vẽ các đồ thị (hình 4.3 và 4.4) (kết quả của quá trình tính toán tại phụ lục 1).



Hình 4.2: Đồ thị 3D của phương trình hồi quy thực nghiệm



Hình 4.3: Đồ thị 2D thể hiện quan hệ giữa các cặp tham số công nghệ

4.5. Kết quả và bàn luận khoa học

- Lưu lượng nước (q) có tác động lớn nhất và tỷ lệ thuận đến năng suất (G_x), thứ hai là nhiệt độ nước (t), còn thông số vận tốc xi (v) có tác động tỷ lệ nghịch với năng suất làm mát xi (G_x). Lý giải khi vận tốc (v) tăng dẫn tới thời gian làm mát xi giảm thì nhiệt độ của xi ra (T_{xr})

10	001	0,25	0,8	31	4,30	4,504	4,74%	156
11	011	0,25	1,1	31	5,50	5,701	3,65%	165
12	021	0,25	1,4	31	6,50	6,389	1,71%	178
13	101	0,3	0,8	31	4,50	4,590	2,00%	156
14	111	0,30	1,1	31	5,80	5,841	0,70%	167
15	121	0,30	1,4	31	6,60	6,582	0,28%	178
16	201	0,35	0,8	31	4,60	4,713	2,46%	157
17	211	0,35	1,1	31	5,70	6,017	5,56%	166
18	221	0,35	1,4	31	7,10	6,812	3,19%	180
19	002	0,25	0,8	33	4,40	4,540	0,09%	158
20	012	0,25	1,1	33	5,50	5,905	3,67%	175
21	022	0,25	1,4	33	6,56	6,760	1,16%	179
22	102	0,30	0,8	33	4,60	4,547	2,84%	160
23	112	0,30	1,1	33	5,80	5,965	3,19%	170
24	122	0,30	1,4	33	6,70	6,873	2,59%	179
25	202	0,35	0,8	33	4,50	4,590	2,00%	160
26	212	0,35	1,1	33	6,10	6,061	0,63%	173
27	222	0,35	1,4	33	6,80	7,023	3,29%	181

Trong đó: G_m - Năng suất thực nghiệm; G_t - Năng suất tính toán theo;

\mathcal{E} - sai số giữa mô hình toán và thực nghiệm theo %

d. Kiểm tra tính có nghĩa của của phương trình hồi quy: Tính kiểm tra tính hợp lý hệ số Student và Fisher đều có ý nghĩa.

3.3. Trang thiết bị thí nghiệm

3.3.1 Thiết bị đo lường

a, Đồng hồ đo lưu lượng nước điện từ Endress Hauser (CHLB Đức)

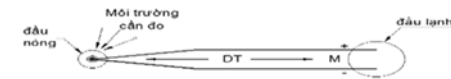


Hình 3.1: Đồng hồ đo lưu lượng theo nguyên lý điện từ Endress Hauser

b, Can đo nhiệt:

Ký hiệu thiết bị: Can nhiệt Omron E52MY Series sử dụng đo nhiệt độ trực tiếp lên đến 1300°C, trang bị tại dây chuyền sản xuất tại Công ty đáp ứng yêu cầu thực nghiệm

Hình 3.4: Nguyên lý thiết bị của hãng Omron E52MY Series



Hình 3.4: Sơ đồ cấu tạo của can đo nhiệt (thermocouples)

3, Đồng hồ đo vận tốc: Omron E3F-DS10C4 (hình 3.5):

Vận tốc quay của trục vít, thời gian cảm biến nhận được tác động sẽ được nội suy ra vận tốc (m/s) đo được tại thời điểm thực tế.

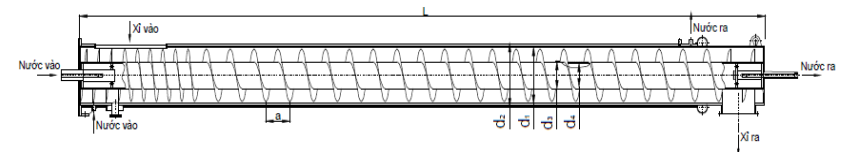


Hình 3.5: Ảnh cấu tạo lắp cảm biến đo vận tốc quay của trục

3.3.2. Mô hình thí nghiệm

Mô tả thiết bị: [7] Mô hình thí nghiệm là thiết bị làm mát xi công nghiệp hiện đại đáy lò hơi đốt than tuần hoàn kiểu vít, thông số kỹ thuật mô tả trên hình 3.7:

3.3.2. Mô hình thiết bị thí nghiệm trên hình 3.7.[31]



Hình 3.7: Mô hình hóa thiết bị làm mát xi công nghiệp kiểu vít

3.4. Phương pháp xác định các thông số công nghệ

3.4.1 Xác định lưu lượng nước làm mát

Có hai phương pháp:

a) Phương pháp đo trực tiếp: bằng đồng hồ đo lưu lượng nước tại đường ống cấp vào máy;

b) Tính toán lý thuyết: Lưu lượng nước lý thuyết:
 $q = v_s, m^3/h$ [59]

3.4.2. Xác định vận tốc vận chuyển xỉ trong máy làm mát

Có hai phương pháp:

a) Phương pháp đo trực tiếp: Sử dụng đồng hồ đo tốc độ

b) Phương pháp tính toán lý thuyết: Vận tốc quay của trục vít:

$$n_t = n_d i_g i_x \quad (3.1)$$

Vận tốc của động cơ điện: n_d , tỷ số truyền của giảm tốc: i_g và tỷ số truyền của bộ truyền xích i_x

3.4.3. Xác định nhiệt độ xỉ vào và ra trong máy làm mát

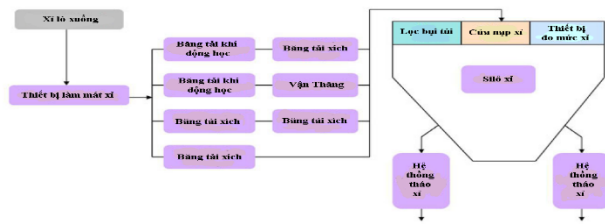
Đo trực tiếp bằng can nhiệt tại hai vị trí: cửa vào và cửa ra, lấy giá trị trung bình [7].

3.4.4. Xác định năng suất làm mát xỉ

Có hai phương pháp:

3.4.4.1. Xác định năng suất bằng thực nghiệm trên thiết bị đo mức [7]:

Đo mức là đo chiều cao lớp xỉ chứa trong si lô bằng hệ thống đo mức tự động, đo mức bằng cảm biến đo mức bằng radar: Năng suất của máy làm mát: $G_x = \gamma \pi D^2 / 4$. Trong đó: D- đường kính si lô; (γ)- Khối lượng riêng của xỉ được xác định bằng thí nghiệm. Sơ đồ chung hệ thống vận chuyển xỉ vào si lô và bố trí thiết bị đo mức (hình 3.8). [31].



Hình 3.8: Sơ đồ thu và vận chuyển xỉ đáy lò hơi CFB lên si lô chứa

Công thức tính mức (a) của xỉ than bột trong hệ thống silô:

$$a = \frac{t_c}{2} \quad (3.4)$$

Trong đó: t là tổng thời gian của t_1 và t_2 , t_1 : là thời gian các phản xạ được đáp ứng sau khi sóng được truyền đi; t_2 : là thời gian tín hiệu phản hồi về thiết bị đo.

Hàm mục tiêu lựa chọn dạng hàm đa thức bậc hai của các biến với hàm 3 biến bậc 2 có hai dạng (công thức 3.10):

$$G(q, v, t) = a_1 + a_2 q + a_3 v + a_4 t + a_5 qv + a_6 qt + a_7 vt + a_8 q^2 + a_9 v^2 + a_{10} t^2$$

Trong đó: G_i, q_i, v_i, t_i , là các giá trị của từng điểm đã biết trong bảng thực nghiệm; $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{10}$ là các biến phải tìm.

Khai triển hệ phương trình trên, được hệ phương trình đại số với 10 biến là các số hệ số ($a_1, a_2, a_3, \dots, a_{10}$) của phương trình hồi quy. Giải hệ phương trình thu được các hệ số của hàm hồi

$$G = -31,6 + 19,6q - 0,171v + 1,96t + 3,56qv \quad \text{quy và hàm quy}$$

$$- 0,8qt + 0,279vt + 7,41q^2 - 2,83v^2 - 0,0307t^2$$

hoạch thực nghiệm:

Để kiểm tra độ tương thích của hàm quy hoạch thực nghiệm và số liệu thực nghiệm, thay các giá trị của (q), (v), (t) tương ứng với các mã thí nghiệm thu được giá trị năng suất tính toán từ hàm quy hoạch trong bảng 4.2

Bảng 4.2 Kết quả thực nghiệm $3^3=27$

STT	Mã	q(m ³ /ph)	v(vg/ph)	t(độ)	G _m (Tần/h)	G _{tt} (Tần/h)	Sai số \mathcal{E}	Nhiệt độ xỉ ra (°C)
1	000	0,25	0,8	29	4,20	4,221	0,51%	154
2	010	0,25	1,1	29	5,35	5,251	1,85%	165
3	020	0,25	1,4	29	5,60	5,772	3,06%	178
4	100	0,30	0,8	29	4,25	4,387	3,23%	155
5	110	0,30	1,1	29	5,50	5,471	0,53%	164
6	120	0,30	1,4	29	5,60	6,045	4,22%	178
7	200	0,35	0,8	29	4,70	4,591	2,33%	156
8	210	0,35	1,1	29	5,65	5,727	1,37%	164
9	220	0,35	1,4	29	6,30	6,355	0,87%	176

- Các thông số đầu vào: Vận tốc xi (v) vg/ph, dải biến đổi:[0,8-1,4]; nhiệt độ nước (t) °C, [29-33]; lưu lượng nước, m³/ph, [0,25-0,35];

- Thông số đầu ra là năng suất (G_x) tấn/h, phù hợp khi nhiệt độ xi ra ≤ 170°C;

b, *Thực nghiệm khởi đầu:*

Sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm khởi đầu N=3³ = 9 và 3 thí nghiệm trung tâm là 11. Không xem xét về sự biến tính và mô hình toán học kèm theo. Khảo sát ba biến độc lập (v), (t) và (q).

Bảng 4.1. Kết quả thí nghiệm khởi đầu 3³=9 và 3 thí nghiệm trung tâm

STT	Mã	q(m ³ /ph)	v(vg/ph)	t(độ)	G _m (Tấn/h)	Nhiệt độ xi ra T _{xr} (°C)
1	000	0,25	0,8	29	4,20	154
2	010	0,25	1,1	29	5,35	165
3	020	0,25	1,4	29	5,60	178
4	100	0,30	0,8	29	4,25	155
5	110	0,30	1,1	29	5,50	164
6	120	0,30	1,4	29	5,6	178
7	200	0,35	0,8	29	4,70	156
8	210	0,35	1,1	29	5,65	164
9	220	0,35	1,4	29	6,30	176
10		0,30	1,1	31	5,80	167
11		0,30	1,1	31	5,90	167
12		0,30	1,1	31	5,85	166

c, *Thực nghiệm dùng quy hoạch thực nghiệm để tìm hàm mục tiêu*

Kết quả thí nghiệm khởi đầu đã chỉ ra hàm mục tiêu đã lân cận vùng cực trị năng suất: 6 tấn/ nhiệt độ xi ra ≤ 170°C đến giai đoạn (bước 3) là thí nghiệm áp dụng quy hoạch thực nghiệm để tìm hàm mục tiêu.



Hình 3.11: Thiết bị đo mức cảm tay và phần mềm PDM

4.4.4.2. *Năng suất tính theo lý thuyết:*

$$G_x = \pi d^2/4 n a \psi \gamma, \text{ tấn/h}$$

Trong đó: d- Đường kính vít, m; a - Bước vít, m; n - Vận tốc quay của vít, vg/ph; ψ - Hệ số điền đầy của vít, đối với máy làm mát, tối đa 50%

γ - Khối lượng riêng của xi, tấn/m³ trạng thái đông

3.5. Phương pháp thực nghiệm và xử lý số liệu [9],[12],[16]

3.5.1 Phương pháp quy hoạch thực nghiệm

3.5.2 Phương pháp cực tiểu bình phương

Sử dụng phương pháp cực tiểu bình phương, với mục tiêu lựa chọn dạng hàm đa thức bậc hai của các biến với hàm 3 biến bậc 2 có hai dạng [9],[12]:

$$G(q, v, t) = a_1 + a_2q + a_3v + a_4t + a_5qv + a_6qt + a_7vt + a_8q^2 + a_9v^2 + a_{10}t^2 \quad (3.10)$$

Các hàm hồi quy được tìm theo luật cực tiểu bình phương sai số: (3.11)

$$P = \sum_{i=1}^{27} [G_i - G(q_i, v_i, t_i)]^2 = \sum_{i=1}^{27} \left[G_i - \left(a_1 + a_2q_i + a_3v_i + a_4t_i + a_5q_iv_i + a_6q_it_i + a_7v_it_i + a_8q_i^2 + a_9v_i^2 + a_{10}t_i^2 \right) \right]^2$$

Trong đó G_i, q_i, v_i, t_i , là các giá trị của từng điểm đã biết trong bảng thực nghiệm;

$a_1, a_2, \dots, a_9, a_{10}$ là các biến phải tìm.

Phương trình (3.10) gọi là phương trình hồi quy. Số thí nghiệm N cần thực hiện khi QHTN tính theo: N= 3^k (k=3)=27; k: Số yếu tố nghiên cứu; G : Thông số đầu ra.

3.5.3 Kiểm tra mức ý nghĩa hệ số và tính thích ứng của mô hình toán học[12]

1) Kiểm tra mức ý nghĩa của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn STUDENT

Phương sai của các hệ số hồi quy [3]

$$S_b = \sqrt{\frac{S_y^2}{N}} \quad (3.12)$$

Hệ số hồi quy có nghĩa khi $|b| \geq S_{bt}$, (t hệ số STUENT)

Trong đó:

2) Kiểm tra có nghĩa của phương trình hồi quy theo chỉ tiêu Fisher[12]

$$F_b = \frac{\max(S_{ag}^2, S_y^2)}{\min(S_{ag}^2, S_y^2)}$$

3.5.4 Các bước thí nghiệm [50]

Bước 1: Thí nghiệm khởi đầu để kiểm tra hàm mục tiêu đã ở vùng lân cận vùng cực trị hay chưa.

KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

1. Đã lựa chọn được trang thiết bị thí nghiệm gồm: Mô hình thí nghiệm sử dụng là thiết bị làm mát xi đáy lò hơi CFB công nghiệp hiện đại cùng các thiết bị đo lường hiện đại như đồng hồ tiết lưu IFD613 hãng Omega CHLB Mỹ, máy đo nhiệt độ FT 1300 - 2; đồng hồ đo vận tốc: Omron E3F-DS10C4 và thiết bị đo mức Sistrans LR 260 của Siemen để xác định năng suất.

2. Đã xác định được điều kiện thí nghiệm: Lưu lượng nước làm mát, (q) m³/ph:[0,25 – 0,35], vận tốc quay của vít, (v) vg/ph[0,8-1,4]; nhiệt độ nước làm mát (t) :[29°C- 33°C].

3. Đã sử dụng bước thực nghiệm là thực nghiệm khởi đầu, leo dốc để tìm vùng cực trị và thí nghiệm theo phương pháp quy hoạch thực nghiệm để tối ưu hóa.

4. Đã lựa chọn phương pháp quy hoạch thực nghiệm để xây dựng mối quan hệ toán học giữa 3 thông số công nghệ chính: vận tốc chuyển xi (v), nhiệt độ nước làm mát (t) và lưu lượng nước làm mát (q) với thông số đầu ra là năng suất (G_x) của thiết bị làm mát xi tương ứng giới hạn nhiệt độ xi ra cho phép ≤ 170°C.

CHƯƠNG 4:

THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ CHÍNH ĐẾN NĂNG SUẤT CỦA THIẾT BỊ LÀM MÁT XI VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TRONG THỰC TIỄN SẢN XUẤT

4.1. Thực nghiệm và xử số liệu thực nghiệm

4.1.1. Chuẩn bị thực nghiệm

: q m³/ph:[0,25 - 0,35]; vg/ph: [0,8-1,4]; t: [29°C - 33°C], đặt chiều chảy của nước làm mát cùng chiều di chuyển của xi nóng.

4.1.2. Thực nghiệm

Phương pháp thí nghiệm là thí nghiệm song song.

Phương trình hồi quy: Hàm năng suất, mô tả sự phụ thuộc vào 3 thông số công nghệ dạng tổng quát:

$$G_x = f(x_1, x_2, x_3) = f(q, v, t) \quad (4.1)$$

4.2. Xử lý số liệu thí nghiệm

G_{tn} – năng suất thực nghiệm; G_{tt} – năng suất tính toán từ mô hình toán học bậc hai;

$$e = \frac{|G_{tt} - G_{tn}|}{G_{tn}} 100\% \quad (4.2)$$

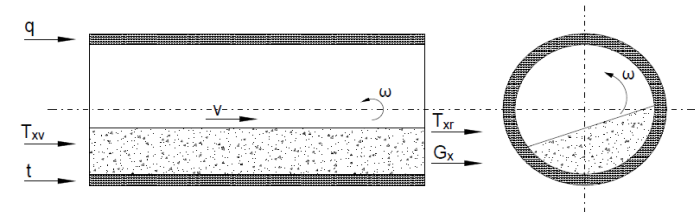
Hàm mục tiêu: Năng suất: G_x = f(q,v,t): lưu lượng nước (q), nhiệt độ t (t); vận tốc vận chuyển xi (v).

4.3. Mô hình hóa thiết bị làm mát xi [22]

Hình ảnh thiết bị làm mát xi kiểu vít (hình 4.1a). Mô hình hóa (hình 4.1b).



Hình 4.1a. Thiết bị làm mát xi đáy lò hơi công nghiệp, sử dụng làm thực nghiệm



Hình 4.1b: Mô hình hóa thiết bị làm mát xi kiểu vít

1. Các tham số đầu vào: q- Lưu lượng nước làm mát; v- Vận tốc tải xi trong tang; t- Nhiệt độ nước làm mát; G_x- Năng suất làm mát xi;

2. Các tham số tham khảo: T_{xv}- Nhiệt độ xi vào tang là hằng số;

T_{xv}, T_{xr} - Nhiệt độ xi vào và ra khỏi tang, không tham gia để khảo sát như một biến đầu vào mà chỉ đo tham khảo là giới hạn biên, không cho phép vượt quá 170°C.

4.4 Thực nghiệm khởi đầu

4.4.1. Xác định ảnh hưởng của 3 thông số công nghệ chính đến năng suất thiết bị làm mát xi bằng thực nghiệm

a, Một số giả thiết về các yếu tố công nghệ chính sử dụng trong thí nghiệm

- Vận tốc xi trượt theo mặt vít quá trình làm mát là vận tốc đều (v);
- Bề mặt bột xi trong si lô được coi là bằng phẳng;
- Nhiệt độ xi từ đáy lò hơi vào thiết bị làm mát được xem là không đổi.

Điều kiện thí nghiệm: