

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA MÔI TRƯỜNG**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
– CAPSTONE PROJECT**

NGÀNH: QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

ĐỀ TÀI:

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG THÔNG GIÓ CHO NHÀ
MÁY CƠ KHÍ AC THÀNH PHỐ HN VÀ KIỂM
SOÁT Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ
CHO KHU CÔNG NGHIỆP TĐ**

Người hướng dẫn: TS. NGUYỄN PHƯỚC QUÝ AN

Sinh viên thực hiện: VŨ VĂN

Số thẻ sinh viên: 117200060

Lớp: 20QLMT

Đà Nẵng, 6/2025

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA MÔI TRƯỜNG**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
– CAPSTONE PROJECT**

CHUYÊN NGÀNH: QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

ĐỀ TÀI:

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG THÔNG GIÓ CHO NHÀ
MÁY CƠ KHÍ AC THÀNH PHỐ HN VÀ KIỂM
SOÁT Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ
CHO KHU CÔNG NGHIỆP TĐ**

Người hướng dẫn: TS. NGUYỄN PHƯỚC QUÝ AN

Sinh viên thực hiện: VŨ VĂN

Số thẻ sinh viên: 117200060

Lớp: 20QLMT

Đà Nẵng, 6/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: Thiết kế hệ thống thông gió cho nhà máy cơ khí AC thành phố HN và kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí cho khu công nghiệp TĐ

Sinh viên thực hiện: Vũ Văn

Số thẻ SV: 117200060. Lớp: 20QLMT

Nội dung chính trong đồ án:

Nội dung 1: Thiết kế hệ thống thông gió trong nhà máy

- Tính toán nhiệt thừa và các yếu tố độc hại khác trong nhà máy;
- Lựa chọn các phương án thiết kế hệ thống thông gió;
- Thiết kế hệ thống thông gió, hệ thống xử lý các yếu tố độc hại trong nhà máy, tính toán thủy lực và lựa chọn thiết bị thông gió.

Nội dung 2: Kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí

- Tính sản phẩm cháy;
- Tính hiệu suất cần xử lý các khí ô nhiễm để đảm bảo quy chuẩn môi trường;
- Tính toán và vẽ mô tả khuếch tán C_x , $C_{x,y}$ từ 04 ống khói;
- Đề xuất các phương án kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí.

Nội dung 3: Thiết kế hệ thống xử lý khí thải

- Lựa chọn thiết bị xử lý phù hợp.
- Tính toán và thiết kế hệ thống xử lý khí thải.

Tính khả thi của đề tài:

Giải quyết được lượng nhiệt thừa sinh ra trong quá trình sản xuất, loại trừ được hơi, khí độc và bụi trong phân xưởng, đảm bảo yêu cầu vệ sinh nhà xưởng. Mặt khác, cải thiện môi trường làm việc, nâng cao năng suất lao động và chất lượng sản phẩm. Xử lý được lượng khí thải phát sinh từ quá trình đốt nhiên liệu. Đề xuất các phương án kiểm soát ô nhiễm không khí khu vực xung quanh khu công nghiệp. Sau hơn 3 tháng thực hiện đề tài đã giúp tôi củng cố lại những kiến thức đã học, đồng thời thu thập được những kiến thức và kỹ năng cần thiết cho công việc của một kỹ sư sau này.

LỜI NÓI ĐẦU

Đồ án tốt nghiệp là một nhiệm vụ quan trọng và bắt buộc đối với mỗi sinh viên trước khi hoàn thành chương trình học. Đây không chỉ là cơ hội để tổng hợp, vận dụng những kiến thức đã tiếp thu trong suốt quá trình học tập mà còn giúp sinh viên định hướng rõ hơn về công việc tương lai của mình.

Từ thực tế đó, tôi đã được giao thực hiện đề tài: “Thiết kế hệ thống thông gió cho nhà máy cơ khí AC tại thành phố HN và kiểm soát ô nhiễm không khí tại khu công nghiệp TĐ”. Đề tài này không chỉ mang ý nghĩa khoa học mà còn có tính ứng dụng thực tiễn cao, giúp tôi hiểu sâu hơn về lĩnh vực mình theo đuổi.

Trước tiên, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến các Thầy Cô trong khoa Môi trường, Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng, những người đã tận tình giảng dạy, truyền đạt cho tôi những kiến thức quý báu trong suốt thời gian học tập cũng như tạo điều kiện thuận lợi để tôi thực hiện đồ án này.

Đặc biệt, tôi xin gửi lời tri ân chân thành đến Cô TS. Nguyễn Phước Quý An, người đã luôn tận tâm hướng dẫn, động viên và hỗ trợ tôi trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thành đề tài tốt nghiệp.

Tôi cũng muốn dành lời cảm ơn chân thành đến gia đình, bạn bè và tập thể lớp 20QLMT, những người đã luôn đồng hành, động viên và giúp đỡ tôi trong suốt thời gian qua.

Mặc dù đã cố gắng hoàn thiện đồ án một cách tốt nhất, nhưng do giới hạn về thời gian và kiến thức, chắc chắn vẫn còn những thiếu sót. Tôi rất mong nhận được sự đóng góp và ý kiến quý báu từ Quý Thầy Cô để có thể cải thiện và nâng cao chất lượng nghiên cứu.

Một lần nữa, tôi xin chân thành cảm ơn!

Đà Nẵng, ngày ... tháng ... năm 2025

Sinh viên thực hiện

Vũ Văn

CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan:

Những nội dung trong đồ án này là do tôi thực hiện dưới sự hướng dẫn của cô TS. Nguyễn Phước Quý An.

Mọi tham khảo sử dụng trong đồ án đều là nguồn có thực và được trích dẫn trong phần tài liệu tham khảo.

Các số liệu tính toán sử dụng có nguồn gốc rõ ràng, đã công bố theo quy định.

Nếu phát hiện có bất kỳ sự gian lận nào tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về nội dung đồ án của mình.

Sinh viên thực hiện

Vũ Văn

MỤC LỤC

TÓM TẮT	3
LỜI NÓI ĐẦU	4
CAM ĐOAN	5
MỤC LỤC	1
DANH MỤC BẢNG	6
DANH MỤC HÌNH.....	1
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	1
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU CHUNG	1
1.1. Giới thiệu chung về thành phố HN	1
1.1.1. Vị trí địa lý	1
1.1.2. Điều kiện tự nhiên.....	1
1.1.3. Điều kiện khí hậu.	2
1.2. Tổng quan về khu công nghiệp TĐ tại Thành phố HN.....	2
1.3. Tổng quan về nhà máy cơ khí AC	3
1.3.1. Sơ lược về nhà máy cơ khí AC	3
1.3.2. Sơ đồ dây chuyền sản xuất của nhà máy cơ khí AC.....	4
1.4. Các vấn đề môi trường ở nhà máy.....	5
1.4.1. Nguồn phát sinh ra khí thải.....	5
1.4.2. Tác hại của các chất ô nhiễm có trong khí thải.....	6
1.4.3. Phương án đề xuất xử lý.....	6
CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN HỆ THỐNG THÔNG GIÓ TRONG NHÀ MÁY.....	7

2.1. Thông số tính toán	7
2.1.1. Thông số tính toán bên ngoài công trình	7
2.1.2. Thông số tính toán bên trong công trình	7
2.2. Tính toán tổn thất nhiệt.....	8
2.2.1. Tính tổn thất nhiệt qua kết cấu	8
2.2.2. Tổn thất nhiệt do rò gió	10
2.2.3. Tổng tổn thất nhiệt	11
2.3. Tính toán tỏa nhiệt trong nhà.....	12
2.3.1. Tỏa nhiệt do thấp sáng.....	12
2.3.2. Tỏa nhiệt từ các máy móc động cơ điện.....	12
2.3.3. Tỏa nhiệt do người	12
2.3.4. Tỏa nhiệt do lò nung.....	13
2.3.5. Tỏa nhiệt từ quá trình làm nguội sản phẩm.....	20
2.3.6. Tổng nhiệt tỏa	21
2.4. Thu nhiệt bức xạ mặt trời.....	21
2.4.1. Thu nhiệt bức xạ mặt trời qua cửa kính.....	22
2.4.2. Thu nhiệt của bức xạ mặt trời qua mái và tường	22
2.4.3. Tổng nhiệt bức xạ mặt trời.....	24
2.5. Tính toán nhiệt thừa bên trong công trình.....	24
2.6. Tính toán hút cục bộ.....	25

2.6.1. Tính toán hút nhiệt tại các thiết bị tỏa nhiệt	25
2.6.2. Hút bụi kim loại tại các thiết bị gia công	26
2.6.3. Tính toán hút hơi độc tại bề mặt	26
2.7. Tính toán lưu lượng thông gió.....	27
2.7.1. Tính toán lưu lượng thông gió	27
2.7.2. Tính số miệng thổi	28
CHƯƠNG 3: PHƯƠNG ÁN THÔNG GIÓ VÀ TÍNH TOÁN THỦY LỰC.....	29
3.1. Lựa chọn phương án thông gió	29
3.1.1. Phương án thông gió tự nhiên	29
3.1.2. Phương án thông gió cơ khí	29
3.1.3. Phương án lựa chọn	30
3.2. Vạch tuyến hệ thống thông gió.....	30
3.3. Tính thủy lực hệ thống thông gió cho nhà máy và lựa chọn thiết bị	32
3.3.1. Chọn vị trí miệng thổi và loại miệng thổi	32
3.3.2. Tính toán thủy lực cho hệ thống thông gió	33
3.3.3. Sơ đồ không gian	34
3.4. Tính toán chọn quạt.....	35
3.5. Tính toán thủy lực và lựa chọn thiết bị cho hệ thống hút cục bộ.....	36
3.5.1. Lựa chọn phương án và tính toán thủy lực	36
3.5.2. Lựa chọn thiết bị xử lý bụi.....	38

3.5.3. Tính toán hệ thống xử lý hơi độc	41
CHƯƠNG 4: TÍNH TOÁN KHUẾCH TÁN Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ	45
4.1. Thông số tính toán	45
4.1.1. Đặc điểm nguồn thải và thành phần sản phẩm cháy	45
4.1.2. Đặc điểm điều kiện khí tượng tự nhiên tại thành phố HN	45
4.2. Tính sản phẩm cháy	46
4.2.1. Xác định thể tích khí thải	46
4.2.2. Xác định tải lượng chất ô nhiễm	46
4.3. Hiệu suất xử lý của nhà máy	46
4.4. Tính toán đường kính ống khói	49
4.5. Tính chiều cao hiệu quả của ống khói	49
4.6. Xác định nồng độ khuếch tán $C_{x,y}$ và C_x của nguồn thải theo mô hình Gauss	50
4.6.1. Tóm tắt mô hình Gauss	50
CHƯƠNG 5: THIẾT KẾ HỆ THỐNG XỬ LÝ KHÍ THẢI	52
5.1. Các phương pháp xử lý bụi và SO_2	52
5.1.1. Các phương pháp xử lý bụi	52
5.1.2. Các phương pháp xử lý SO_2	55
5.2. Lựa chọn thiết bị xử lý bụi và SO_2	56
5.3. Tính toán hệ thống xử lý khí thải	59

5.3.1. Tính toán Xyclon chùm	59
5.3.2. Tính toán tháp hấp thụ	63
5.3.3. Tính toán thiết bị lọc bụi túi vải.....	65
CHƯƠNG 6: GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ	68
6.1. Xác định nồng độ cực đại C_{max} theo trục gió.....	68
6.2. Tính khuếch tán ô nhiễm theo mô hình Gauss	69
6.2.1. Nồng độ ô nhiễm theo trục gió C_x	69
6.2.2. Đồ thị biểu diễn nồng độ ô nhiễm theo trục gió C_x	70
6.2.3. Nồng độ ô nhiễm $C_{x,y}$	70
6.2.4. Mô phỏng khuếch tán ô nhiễm theo C_{xy}	70
6.3. Các giải pháp nhằm kiểm soát ô nhiễm MTKK	71
6.3.1. Lắp đặt hệ thống xử lý khí thải	71
6.3.2. Thay đổi thời gian làm việc	72
6.3.3. Nâng chiều cao ống khói.....	72
6.4. Khuếch tán chất ô nhiễm sau khi thực hiện các giải pháp kiểm soát.....	73
KẾT LUẬN	75
TÀI LIỆU THAM KHẢO	76
PHỤ LỤC 1	77
PHỤ LỤC 2	85
PHỤ LỤC 3	97
PHỤ LỤC 4	104

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1 Thiết bị nhà máy.....	3
Bảng 2.1: Các thông số tính toán bên trong và ngoài nhà	7
Bảng 2.2 Kết cấu bao che của nhà máy	8
Bảng 2.3 Tồn thất nhiệt của phân xưởng	11
Bảng 2.4 Nhiệt tỏa ra do người của phân xưởng	13
Bảng 2.5 Giả thiết nhiệt độ lò	14
Bảng 2.7: Tồn thất nhiệt do làm nóng vật liệu.....	21
Bảng 2.8: Tổng kết nhiệt tỏa cho phân xưởng.....	21
Bảng 2.1 Tổng nhiệt bức xạ mặt trời	24
Bảng 2.2 Tổng nhiệt thừa bên trong công trình.....	24
Bảng 2.3 Kết quả tính toán lưu lượng hút nhiệt từ nóc lò	25
Bảng 2.4 Tính toán lưu lượng bụi hút cục bộ tại phân xưởng.....	26
Bảng 2.5 Tính toán lưu lượng hút khí tại bể mạ.....	27
Bảng 3 Thống kê hệ số sức cản cục bộ trên đoạn ống hút.....	35
Bảng 4.1 Thông số của nguồn thải.....	45
Bảng 4.2 Thống kê thành phần nhiên liệu của 4 ống khói.....	45
Bảng 4.3 Hệ số K_p của 4 ống khói.....	47
Bảng 4.4. Tính toán nồng độ phát thải và hiệu suất xử lý khí thải	48

Bảng 5.1 Các kích thước của Xyclon	59
Bảng 5.2 Thông số tính toán tổn thất dọc đường hệ thống xử lý bụi	61
Bảng 5.3 Thống kê hệ số sức cản cục bộ thiết bị trong hệ thống xử lý bụi.....	62
Bảng 5.1 Thống kê hệ số sức cản cục bộ trên đoạn ống hút của hệ thống xử lý SO ₂ .	64
Bảng 5.2 Thống kê hệ số sức cản cục bộ trên đoạn ống hút của hệ thống xử lý SO ₂ .	66
Bảng 6.1 So sánh QCVN 05:2023/BTNMT và xác định hiệu suất cần xử lý của các ống khói	69
Bảng 6.2 Tăng hiệu suất để đạt QCVN 05:2023/BTNMT	71
Bảng 6.3 Chiều cao ống khói sau khi nâng.....	73

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1 Định vị thành phố HN trên bản đồ Việt Nam.....	1
Hình 1.2 Bản đồ quy hoạch sử dụng đất trong Khu công nghiệp TĐ	3
Hình 1.3 Sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất của nhà máy.....	5
Hình 2.1 Kết cấu tường	8
Hình 2.2 Phân chia dải nền theo diện tích	9
Hình 2.3: Tồn thất nhiệt theo phương hướng	10
Hình 2.6: Kết cấu tường lò	14
Hình 2.7: Hệ số điều chỉnh K do nhiễu xạ.....	20
Hình 3.1 Phương án vạch tuyến số 1	31
Hình 3.2 Phương án vạch tuyến số 2	31
Hình 3.3 Sơ đồ không gian hệ thống thông gió phương án 1	34
Hình 3.4 Chi tiết quạt IJ 4-70 N ⁰ 12.....	36
Hình 3.5 Vạch tuyến hệ thống hút cục bộ phương án 1.....	37
Hình 3.6 Vạch tuyến hệ thống hút cục bộ phương án 2.....	37
Hình 3.7 Sơ đồ không gian hệ thống hút bụi phương án 1	40
Hình 3.8 Chi tiết cấu tạo xyclon LIOT	40
Hình 3.9 Sơ đồ không gian hệ thống xử lý hơi độc của phương án 1	42
Hình 3.10 Cấu tạo thiết bị hấp phụ bằng than hoạt tính	43
Hình 5.1 Sơ đồ hệ thống xử lý bụi.....	57
Hình 5.2 Sơ đồ hệ thống xử lý SO ₂	58
Hình 6.1 Biểu đồ khuếch tán nồng độ chất ô nhiễm theo trục gió.....	68

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

TCVN: Tiêu chuẩn Việt Nam

QCVN: Quy chuẩn Việt Nam

BXD: Bộ xây dựng

SPC: Sản phẩm cháy

BTNMT: Bộ Tài Nguyên Môi Trường

KCN: Khu công nghiệp

Chương 1: GIỚI THIỆU CHUNG

1.1. Giới thiệu chung về thành phố HN

Sau khi mở rộng, vị trí địa lý của Thủ đô Hà Nội sở hữu diện tích tự nhiên lên đến 344.470,02 ha, gấp 3 lần so với lúc trước và đứng top 17 Thủ đô trên thế giới có diện tích lớn nhất. Đi kèm với đó là sự tăng trưởng dân số chóng mặt lên đến hơn 7 triệu người.

1.1.1. Vị trí địa lý



Hình 1.1 Định vị thành phố HN trên bản đồ Việt Nam.

Thành phố HN có diện tích 344.470,02 ha (3.447 km²) với dân số hơn 7 triệu người và có vị trí địa lý: [1]

- Điểm cực Bắc: thôn Đô Lương, xã Bắc Sơn, huyện Sóc Sơn;
- Điểm cực Tây: thôn Lương Khê, xã Thuần Mỹ, huyện Ba Vì;
- Điểm cực Nam: khu danh thắng Hương Sơn, xã Hương Sơn, huyện Mỹ Đức;
- Điểm cực Đông: thôn Cổ Giang, xã Lệ Chi, huyện Gia Lâm.

1.1.2. Điều kiện tự nhiên

HN nằm ở trung tâm đồng bằng sông Hồng, với địa hình chủ yếu là đồng bằng thấp, xen lẫn vùng đồi núi ở phía Tây và Tây Bắc. Khí hậu thuộc loại nhiệt đới ẩm gió mùa, chia thành bốn mùa rõ rệt, với mùa hè nóng ẩm và mùa đông lạnh khô. Hệ thống sông ngòi phong phú, gồm sông Hồng, sông Đuống, sông Nhuệ, cùng nhiều hồ lớn nhỏ như hồ Tây,

hồ Hoàn Kiếm, góp phần điều hòa khí hậu và cung cấp nước. Đất đai chủ yếu là đất phù sa màu mỡ, thuận lợi cho phát triển nông nghiệp và đô thị. Tài nguyên sinh thái đa dạng, với các hệ sinh thái rừng gò đồi ở Sóc Sơn và hệ sinh thái hồ, tạo điều kiện thuận lợi cho phát triển kinh tế và bảo tồn môi trường. [1]

1.1.3. Điều kiện khí hậu.

HN có khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa, đặc trưng bởi bốn mùa rõ rệt. Mùa hè thường nóng ẩm và mưa nhiều, trong khi mùa đông lạnh, khô và ít mưa. Mùa xuân và mùa thu là thời điểm thời tiết dễ chịu, thuận lợi cho sinh hoạt. Lượng mưa tập trung vào các tháng mùa hè, gây nguy cơ ngập úng. Khí hậu ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống, sản xuất và quy hoạch đô thị của thành phố. [1]

1.2. Tổng quan về khu công nghiệp TĐ tại Thành phố HN

Khu công nghiệp TĐ thuộc huyện ĐA, thành phố HN. Cách trung tâm thành phố HN 10km nằm ở cuối hướng gió, được cách biệt với khu dân cư.

- Phía bắc giáp thành phố Tuy Hòa và huyện Phú Hòa qua sông Đà Rằng
- Phía nam giáp huyện Vạn Ninh của tỉnh Khánh Hòa
- Phía đông giáp Biển Đông
- Phía tây giáp huyện Tây Hòa

Diện tích đất khu công nghiệp quy hoạch tổng 295 (ha). Hiện có các nhà máy đang hoạt động như: Công nghiệp sản xuất chi tiết máy; Thiết bị y tế; Công nghiệp điện tử;...

Trong quá trình hoạt động của các nhà máy này xuất hiện 4 nguồn khí thải cao lần lượt là: ống khói 1 đặt tại nhà máy sản xuất chi tiết máy M, ống khói 2 đặt tại nhà máy thuốc lá O, ống khói 3 đặt tại nhà máy sản xuất thiết bị công nghiệp SHI và ống khói 4 đặt tại nhà máy gia công các loại khuôn đúc H. (Hình 1.2).



Hình 1.2 Bản đồ quy hoạch sử dụng đất trong Khu công nghiệp TĐ

1.3. Tổng quan về nhà máy cơ khí AC

1.3.1. Sơ lược về nhà máy cơ khí AC

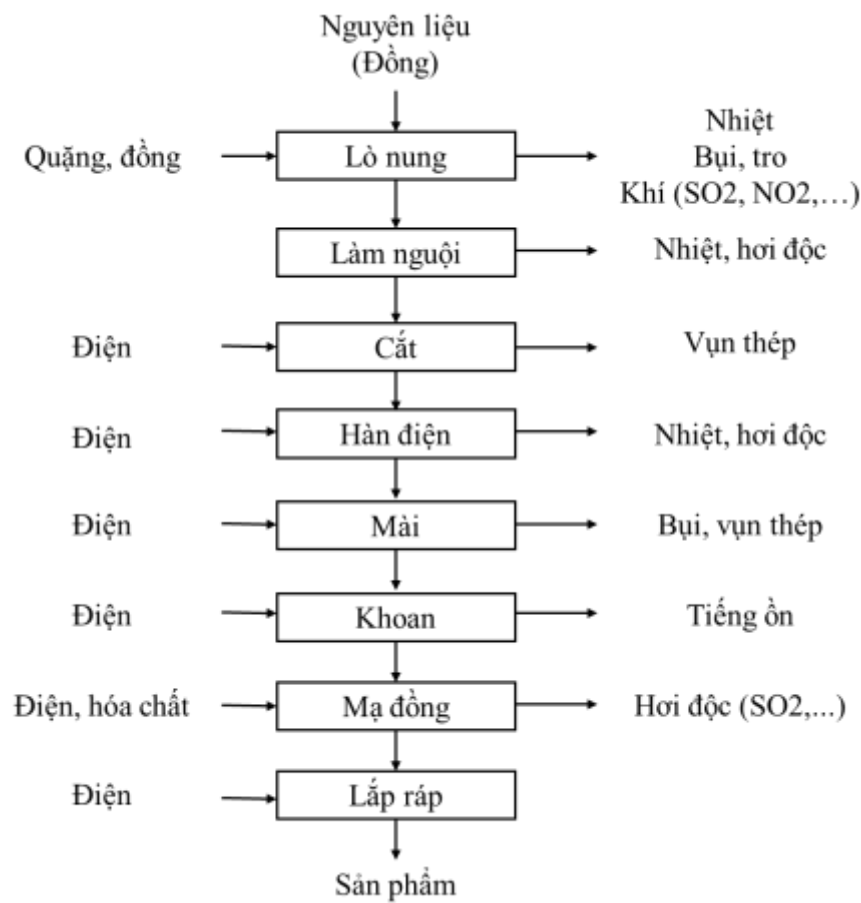
Nhà máy cơ khí AC nằm trong khu công nghiệp TĐ, có phân xưởng sản xuất với diện tích $36\text{m} \times 24\text{m} = 864 \text{ m}^2$ bao gồm các thiết bị như sau:

Bảng 1 Thiết bị nhà máy

STT	Tên thiết bị	Quy cách	Tính chất độc hại	Công suất	Số lượng
1	Lò nung	2000x2000	Nhiệt	2,0	2
2	Máy cắt	Dày max=3,3mm	-	10	2
3	Máy bào ngang	Dày max = 3,3mm	-	2,8	4

4	Máy khoan	O max lỗ khoan 12mm	-	0,5	4
5	Máy mài tròn	O đá mài = 200mm	Bụi kim loại	2,5	3
6	Máy mài phẳng	O đá mài = 200mm	Bụi kim loại	2,5	2
7	Máy đánh bóng	-	-	2,0	3
8	Bể mạ	1000x500x1000mm	Hơi độc	-	8
9	Lắp đặt	-	-	-	2

1.3.2. Sơ đồ dây chuyền sản xuất của nhà máy cơ khí AC



Hình 1.3 Sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất của nhà máy

Quy trình công nghệ:

Quy trình sản xuất trong nhà máy cơ khí bắt đầu từ bước gia nhiệt vật liệu bằng lò nung và làm nguội. Sau đó, phôi được cắt theo kích thước tại các máy cắt tấm N470 và N475. Tiếp theo, các công đoạn gia công cơ bản như phay, tiện, bào, xọc được thực hiện nhằm tạo hình sơ bộ cho chi tiết. Các chi tiết có yêu cầu liên kết sẽ được hàn trước khi chuyển sang công đoạn mài, và khoan nhằm đảm bảo độ chính xác và chất lượng bề mặt. Cuối cùng, sản phẩm được xử lý bề mặt tại bể mạ để chống ăn mòn và lắp ráp trước khi xuất xưởng.

1.4. Các vấn đề môi trường ở nhà máy

1.4.1. Nguồn phát sinh ra khí thải

Các công đoạn như: Cắt, khoan, mài,... Thành phần chủ yếu là bụi và vụn kim loại. Các loại khí phát sinh ra từ quá trình mạ : Hơi axít, dung môi, kiềm,...

Các loại khí thải phát sinh ở lò gồm có: Nhiệt, khí SO₂, NO₂, ...

1.4.2. Tác hại của các chất ô nhiễm có trong khí thải.

Đối với kim loại: Tác hại của bụi kim loại từ các máy cắt, khoan, mài. Khi hít phải bụi kim loại, công nhân có nguy cơ mắc các bệnh về đường hô hấp như viêm phổi, viêm phế quản hoặc bệnh bụi phổi do tích tụ hạt kim loại trong phổi. Đặc biệt, một số kim loại nặng có thể gây ngộ độc, ảnh hưởng đến hệ thần kinh và thậm chí có khả năng gây ung thư khi tiếp xúc lâu dài...

Đối với nhiệt: Nhiệt độ cao gây ảnh hưởng tới sức khỏe người lao động và hiệu quả làm việc...

Đối với hơi độc: Hơi kim loại gây ra triệu chứng sốt, đau đầu...

1.4.3. Phương án đề xuất xử lý.

- Vì lượng nhiệt lớn nên ảnh hưởng nhiều đến các công nhân vận hành, để đảm bảo điều kiện không khí đạt yêu cầu trong phân xưởng thì dùng phương pháp thông gió cơ khí.
- Lượng nhiệt ở lò nung tương đối cao, để tránh không tỏa nhiệt sang các vị trí khác trong phân xưởng thì dùng chụp hút dẫn khói, nhiệt thải ra ngoài ống khói.
- Các thiết bị máy móc phát sinh ra bụi, hơi độc trong phòng thiết kế đường ống hút ngay tại nguồn phát sinh ra chúng, làm giảm đáng kể sự lan tỏa độc hại trong không khí. Sau đó lượng khí ô nhiễm được dẫn vào thiết bị xử lý bằng các công nghệ phù hợp đạt tiêu chuẩn và thải ra ngoài môi trường.
- Thiết kế hệ thống xử lý bụi và SO₂ để khí thải ra đạt QCVN 19:2009/BTNMT và QCVN 05:2023/BTNMT.
- Đề xuất các phương án giảm nồng độ ô nhiễm không khí từ các ống khói trong khu công nghiệp.

Chương 2: TÍNH TOÁN HỆ THỐNG THÔNG GIÓ TRONG NHÀ MÁY

2.1. Thông số tính toán

2.1.1. Thông số tính toán bên ngoài công trình

a. Mùa hè

Nhiệt độ ngoài nhà: $t_N^H = 33,4$ ($^{\circ}\text{C}$), (Nhiệt độ không khí cao nhất trung bình tháng 7 ở HN, Bảng A.3_[2]).

Độ ẩm: $\varphi_{tt} = 80,7$ (%), (Độ ẩm tương đối của không khí trung bình vào tháng 7 ở HN, Bảng A.10_[2]).

Hướng gió chủ đạo: Hướng Đông Nam (Lấy theo tần suất gió lớn nhất tháng 7 ở HN, Bảng A.16_[2]).

Vận tốc gió mùa hè: $V_{gio}^H = 2,5$ (m/s), (Vận tốc gió trung bình tháng 7 ở HN, Bảng A.16_[2]).

b. Mùa đông

Nhiệt độ ngoài nhà: $t_N^D = 14,5$ ($^{\circ}\text{C}$), (Nhiệt độ không khí thấp nhất trung bình tháng 1 ở HN, Bảng A.4_[2]).

Độ ẩm: $\varphi_{tt} = 79,9$ (%), (Độ ẩm tương đối của không khí trung bình vào tháng 1 ở HN, Bảng A.10_[2]).

Hướng gió chủ đạo: Hướng Đông Bắc (Lấy theo tần suất gió lớn nhất tháng 1 ở HN, Bảng A.16_[2]).

Vận tốc gió mùa đông: $V_{gio}^D = 2,9$ (m/s), (Vận tốc gió trung bình tháng 1 ở HN, Bảng A.16_[2]).

2.1.2. Thông số tính toán bên trong công trình

Nhiệt độ tính toán trong nhà vào mùa hè (t_T^H) bằng nhiệt độ tính toán vào mùa hè cộng thêm $(1\div 3)^{\circ}\text{C}$, chọn 1°C .

Nhiệt độ tính toán bên trong công trình về mùa đông được lấy theo điều kiện tiện nghi từ $18 - 24^{\circ}\text{C}$ tùy trạng thái lao động của người trong phòng. Chọn trạng thái lao động vừa $t_T^D = 22^{\circ}\text{C}$.

Bảng 2.1: Các thông số tính toán bên trong và ngoài nhà

Mùa hè					Mùa đông				
t_N^H ($^{\circ}\text{C}$)	t_T^H ($^{\circ}\text{C}$)	$v_{\text{gió}}^H$ (m/s)	Hướng gió	Độ ẩm (%)	$t_N^Đ$ ($^{\circ}\text{C}$)	$t_T^Đ$ ($^{\circ}\text{C}$)	$v_{\text{gió}}^Đ$ (m/s)	Hướng gió	Độ ẩm (%)
33,4	34,4	2,5	Đông Nam	80,7	14,5	22	2,9	Đông Bắc	79,9

2.2. Tính toán tổn thất nhiệt

2.2.1. Tính tổn thất nhiệt qua kết cấu

Khi có sự chênh lệch nhiệt độ giữa bên trong và bên ngoài nhà, thì có sự truyền nhiệt qua kết cấu bao che của nhà, chiều dòng nhiệt đi từ phía có nhiệt độ cao đến phía có nhiệt độ thấp và lượng nhiệt này được xác định theo công thức:

$$Q^{\text{KC}} = K \times F \times \Delta t^{\text{tt}}, (\text{W})$$

Trong đó:

K: hệ số truyền nhiệt của kết cấu bao che ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)

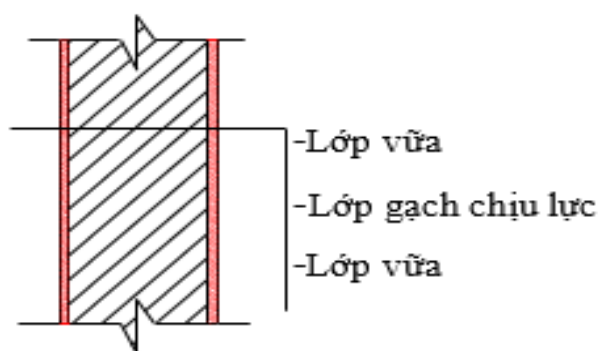
F: diện tích kết cấu bao che (m^2)

Δt^{tt} : hiệu số nhiệt độ tính toán ($^{\circ}\text{C}$) = $(t_T^{\text{tt}} - t_N^{\text{tt}}) \times \psi$

Ψ : hệ số kể đến vị trí tương đối của kết cấu bao che với không khí ngoài nhà, $\psi = 1$ (Bảng 2.2-Trang 45_ [3]).

a. Lựa chọn kết cấu bao che

Tường ngoài: tường chịu lực, gồm có ba lớp:

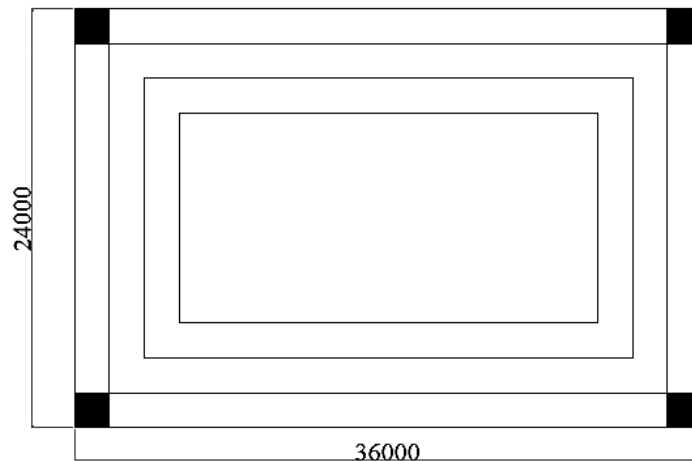


Hình 2.1 Kết cấu tường

Bảng 2.2 Kết cấu bao che của nhà máy

Kết cấu		Vật liệu	Bề dày $\delta(\text{mm})$	Hệ số dẫn nhiệt λ (W/m°C)
Tường	Lớp 1	Vữa xi măng và vữa trát xi măng	15	0,87
	Lớp 2	Gạch phổ thông xây vữa nặng	220	0,81
	Lớp 3	Vữa xi măng và vữa trát xi măng	15	0,7
Mái che	Tôn		5	58
	Tấm cách nhiệt chống nóng PE OPP		10	0,04
Cửa sổ và cửa mái		Kính	5	0,76
Cửa chính		Tôn	2	58

Nền: nền không cách nhiệt, phân xưởng sản xuất có kích thước 36×24m chia thành 4 dải:



Hình 2.2 Phân chia dải nền theo diện tích

b. Hệ số truyền nhiệt K

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_T} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_N}}, \text{ (W/m}^2 \cdot \text{°C)}$$

Trong đó:

α_T : hệ số trao đổi nhiệt bên trong của kết cấu, $\alpha_T = 8,72 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{°C)}$

α_N : hệ số trao đổi nhiệt bên ngoài của kết cấu, $\alpha_N = 23,26$ (W/m².°C)

δ_i : độ dày kết cấu thứ i, (mm)

λ_i : hệ số dẫn nhiệt của kết cấu thứ i, (W/m.°C)

Kết quả bảng tính hệ số truyền nhiệt K (Phụ lục 1.1)

c. Diện tích kết cấu bao che

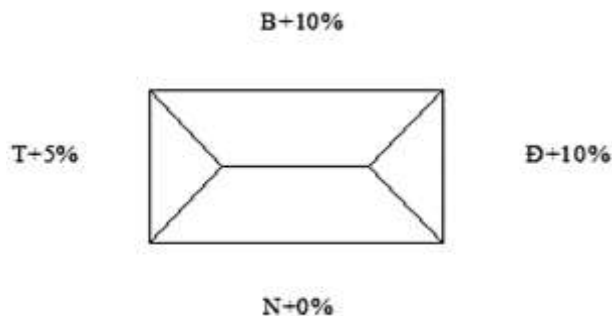
Diện tích truyền nhiệt qua kết cấu bao che của phân xưởng sản xuất.

Kết quả bảng tính diện tích kết cấu bao che (Phụ lục 1.2).

d. Tồn thất nhiệt qua kết cấu bao che

✚ Tính tồn thất nhiệt bổ sung theo phương hướng

Trong quá trình tính toán lượng nhiệt tồn thất qua kết cấu bao che, đối với các tường ngoài, cửa ta cần phải bổ sung thêm lượng nhiệt mất mát do sự trao đổi nhiệt bên ngoài tăng lên ở các hướng khác nhau, nó làm tăng các trị số tồn thất nhiệt đã tính toán:



Hình 2.3: Tồn thất nhiệt theo phương hướng

✚ Mùa Hè

Tồn thất nhiệt qua kết cấu bao che $Q_{TT}^{KC} = 3136,27$ (W) và tồn thất nhiệt theo phương hướng $Q_{TT}^{bs} = 173,7$ (W) (Phụ lục 1.3).

✚ Mùa Đông

Tồn thất nhiệt qua kết cấu bao che $Q_{TT}^{KC} = 31437$ (W) và tồn thất nhiệt theo phương hướng $Q_{TT}^{bs} = 1698$ (W) (Phụ lục 1.4).

2.2.2. Tồn thất nhiệt do rò gió

Hướng gió chính mùa hè của phân xưởng là hướng Đông Nam, tính tổn thất nhiệt do rò gió, cửa chịu tác động của gió là cửa tường Đông Nam. Với vị trí này thì các cửa trên tường Đông Nam đón gió 65% diện tích hướng Đông và 65% diện tích hướng Tây.

Hướng gió chính mùa Đông của phân xưởng là hướng Đông Bắc, tính tổn thất nhiệt do rò gió, cửa chịu tác động của gió là cửa tường Đông Bắc. Với vị trí này thì các cửa trên tường Đông Bắc đón gió 65% diện tích hướng Đông và 65% diện tích hướng Bắc.

Nhiệt độ không khí bên ngoài thấp hơn nhiệt độ bên trong nhà nên khi gió rò qua các khe cửa đi vào sẽ làm giảm nhiệt độ bên trong nhà, tổn thất nhiệt được tính theo công thức:

$$Q = 0,279 \cdot G_{\text{gió}} \cdot (t_T - t_N) \text{ , (W)}$$

Trong đó:

$G_{\text{gió}}$: lượng gió rò vào nhà. $G_{\text{gió}} = \sum a \cdot g \cdot l$, (kg/h)

g (kg/h): là lượng không khí lọt vào nhà qua 1m chiều dài khe cửa, phụ thuộc vào vận tốc gió của không khí bên ngoài (Bảng 2.5-Trang 53_ [3]) – Áp dụng cho khe cửa bằng kim loại.

Đối với mùa hè: $v_{\text{gió}}^H = 2,5 \text{ m/s} \Rightarrow g_h = 6,7 \text{ kg/h}$.

Đối với mùa đông: $v_{\text{gió}}^D = 2,9 \text{ m/s} \Rightarrow g_h = 7,26 \text{ kg/h}$.

a : là hệ số phụ thuộc vào loại cửa.

Đối với hàm mái, cửa sổ 2 lớp, khung thép: $a = 0,65$

Đối với cửa đi, cổng ra vào: $a = 2$

l (m): tổng chiều dài của khe cửa cùng loại (chỉ tính cho hướng đón gió)

t_T : nhiệt độ tính toán của không khí trong nhà tùy mùa đang tính toán ($^{\circ}\text{C}$)

t_N : nhiệt độ tính toán của không khí ngoài nhà tùy mùa đang tính toán ($^{\circ}\text{C}$)

Kết quả bảng tính chiều dài khe cửa mà gió lọt qua (Phụ lục 1.5)

Kết quả bảng tính tổn thất do rò gió (Phụ lục 1.6)

2.2.3. Tổng tổn thất nhiệt

Bảng 2.3 Tổn thất nhiệt của phân xưởng

Mùa	$Q^{tt(KC)}$	$Q^{tt(gió)}$	$Q^{tt(bs)}$	ΣQ^{tt}
	(W)	(W)	(W)	
Hè	3136,27	259,73	173,68	3569,68
Đông	31437	2229,27	1698	35364,20

2.3. Tính toán tỏa nhiệt trong nhà

2.3.1. Tỏa nhiệt do thấp sáng

Công thức tính toán: (theo mục 2.2.1_[3])

$$Q_{ts} = 10^3 \cdot N_{ts} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2, \text{ (W)}$$

Trong đó:

N_{ts} : tổng công suất các bóng đèn, (kW),

η_1 : hệ số kể đến phần nhiệt tỏa vào phòng $\eta_1 = 0,4 \div 0,7$ đối với bóng đèn huỳnh quang; bằng $0,8 \div 0,9$ đối với bóng đèn dây tóc, Chọn $\eta_1 = 0,5$,

η_2 : hệ số kể đến hệ số sử dụng đèn $\eta_2 = 0,92 \div 0,97$, Chọn $\eta_2 = 0,94$,

a: tiêu chuẩn thấp sáng, $a = 18 \div 24$ (W/m²), Chọn $a = 20$ (W/m²),

F: diện tích xưởng cơ khí, $F = 36 \times 24 = 864$ (m²),

$$N_{ts} = a \times F = 20 \times 864 = 17280 \text{ (W)} = 17,28 \text{ (kW)}$$

$$Q_{ts} = 10^3 \times N_{ts} \times \eta_1 \times \eta_2 = 10^3 \times 17,28 \times 0,5 \times 0,94 = 8121,6 \text{ (W)}$$

2.3.2. Tỏa nhiệt từ các máy móc động cơ điện

Công thức tính toán: (theo mục 2.2.2_[3])

$$Q_{đc} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \varphi_4 \cdot 10^3 \cdot N, \text{ (W)}$$

Trong đó:

φ_1 : hệ số sử dụng công suất máy: $\varphi_1 = 0,7 \div 0,9$

φ_2 : hệ số tải trọng: $\varphi_2 = 0,5 \div 0,8$

φ_3 : hệ số đồng thời hoạt động nhiều máy: $\varphi_3 = 0,5 \div 1,0$

φ_4 : hệ số biến thiên công suất điện thành nhiệt: $\varphi_4 = 0,65 \div 1,0$

N: công suất máy, (W)

Thường tính: $\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \varphi_4 = 0,25$

Kết quả bảng tính nhiệt tỏa do thiết bị (Phụ lục 1.7).

2.3.3. Tỏa nhiệt do người

Lượng nhiệt toàn phần tỏa ra của người phụ thuộc phần lớn vào mức độ nặng nhọc của công việc, vào nhiệt độ của phòng và một phần tính chất quần áo mặc. Phần nhiệt hiện tỏa ra phụ thuộc vào nhiệt độ của phòng, vận tốc gió trong phòng, cường độ làm việc và tính chất quần áo mặc. Khi nhiệt độ môi trường thấp thì người tỏa nhiệt hiện lớn, nhiệt ẩn nhỏ. Khi nhiệt độ trong phòng cao lượng nhiệt hiện tỏa ra giảm đi, người tỏa mồ hôi nhiều,

Lượng nhiệt tỏa ra do người chỉ tính phần nhiệt hiện bởi phần nhiệt hiện tỏa ra làm tăng nhiệt độ không khí trong phòng còn nhiệt ẩn làm tăng quá trình bốc mồ hôi và tính theo công thức:

$$Q_{\text{người}} = q_n \cdot n \quad , \quad (W)$$

Trong đó:

n: là số người trong phân xưởng, n = 40 người.

q_n : lượng nhiệt tỏa ra của một người, phụ thuộc vào cường độ lao động và nhiệt độ không khí (Bảng 2.7-Trang 57 _ [3]).

Kết quả tính toán lượng nhiệt tỏa ra do người.

Bảng 2.4 Nhiệt tỏa ra do người của phân xưởng

Mùa	q_n (W/người)	n (người)	$Q_{\text{người}}$ (W)
Hè	200	40	8000
Đông	203	40	8120

2.3.4. Tỏa nhiệt do lò nung

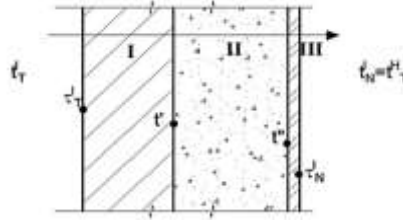
Tính toán tỏa nhiệt qua lò là rất phức tạp bởi vì tường lò có cấu tạo có nhiều lớp vật liệu có sức kháng nhiệt đáng kể. Lượng nhiệt tỏa vào phòng qua thành lò, nóc lò, đáy lò qua cửa của cửa lò lúc đóng và mở. Giả thiết cấu tạo của thành lò, nóc lò và đáy lò là như nhau. Cửa lò để dễ dàng mở ra nên cấu tạo gồm 2 lớp khác với thành lò.

Lò có kết cấu như sau (Mục 2.2.6-Trang 60 _ [3]).

Lớp 1: Lớp chịu lửa: $\delta_1 = 0,3m$; $\lambda_1 = 0,26$ (W/m. $^{\circ}C$)

Lớp 2: Lớp cách nhiệt: $\delta_2 = 0,2m$; $\lambda_2 = 0,07$ (W/m. $^{\circ}C$)

Lớp 3: Lớp bảo vệ: $\delta_3 = 0,02m$; $\lambda_3 = 0,18$ (W/m. $^{\circ}C$)



Hình 2.6: Kết cấu tường lò

Lò nung có kích thước lò hình vuông có chiều rộng 1,5m; chiều dài 1,5m; chiều cao 1m; lò được đặt trực tiếp dưới đất.

-Diện tích nóc lò: $F_{\text{đỉnh}} = 1,5.1,5 - 0,5.0,5 = 2 \text{ (m}^2\text{)}$.

-Diện tích đáy lò: $F_{\text{đáy}} = 1,5.1,5 = 2,25 \text{ (m}^2\text{)}$.

-Diện tích thành lò: $F_{\text{thành}} = 4.1,5.1,5 = 9 \text{ (m}^2\text{)}$.

-Diện tích cửa lò: $F_{\text{cửa}} = 0,5.0,5 = 0,25 \text{ (m}^2\text{)}$.

Nhiệt độ trong lò: $t_T^l = 500 \text{ (}^\circ\text{C)}$; Nhiệt độ ngoài lò: $t_N^l = t_T$.

Mùa hè: $t_N^l = t_T^H = 34,4 \text{ (}^\circ\text{C)}$

Mùa đông: $t_N^l = t_T^Đ = 22 \text{ (}^\circ\text{C)}$.

Bảng 2.5 Giả thiết nhiệt độ lò

Lò nung	Mùa	t_T^l	t_T^l	τ_N^l		
				Thành lò	Đáy lò	Cửa lò
	Hè	500	495	45	45	45
	Đông	500	495	33	35	39

e. Nhiệt truyền thành lò

$$Q_{TL} = K.F_{TL}.\tau_T - \tau_N = Q.F_{TL}, \text{ (W)}$$

Trong đó:

F_{TL} diện tích thành lò (m^2), $F_{TL} = 9 \text{ (m}^2\text{)}$,

K: hệ số truyền nhiệt của thành lò, ($\text{W/m}^2,^\circ\text{C}$),

τ_T, τ_N : nhiệt độ ở mặt trong và mặt ngoài thành lò ($^\circ\text{C}$),

Q: cường độ dòng nhiệt truyền qua 1m^2 thành lò (W/m^2),

Giả sử nhiệt độ bề mặt trong của thành lò nhỏ hơn nhiệt độ trong lò $5 \text{ (}^\circ\text{C)}$.

$$\tau_T = t_T^l - 5^\circ\text{C} = 500 - 5 = 495 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Giả thiết nhiệt độ bề mặt ngoài lò :

Mùa hè : $\tau_N^H = 45$ ($^{\circ}\text{C}$); Mùa đông: $\tau_N^Đ = 33$ ($^{\circ}\text{C}$)

Hệ số truyền nhiệt qua thành lò : $K = \frac{1}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} = \frac{1}{\frac{0,3}{0,26} + \frac{0,2}{0,27} + \frac{0,02}{0,18}} = 0,24$

☀Mùa hè: $\tau_N^H = 45$ ($^{\circ}\text{C}$) ; $t_N^l = t_T^H = 34,4$ ($^{\circ}\text{C}$)

Xác định hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài

$$\alpha_N^H = L \cdot (\tau_N^H - t_N^l)^{0,25} + \frac{C_{qd}}{(\tau_N^H - t_T^H)} \cdot \left[\left(\frac{\tau_N^H + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_N^l + 273}{100} \right)^4 \right]$$
$$= 2,56 \cdot (45 - 34,4)^{0,25} + \frac{4,9}{(45 - 34,4)} \cdot \left[\left(\frac{45 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{34,4 + 273}{100} \right)^4 \right] = 10,61 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{°K)}$$

Trong đó:

L: hệ số kích thước đặc trưng phụ thuộc vào vị trí của thành lò, L = 2,56 đối với bề mặt đứng.

C_{qd} : hệ số bức xạ nhiệt qui điển của vật trong phòng, $C = 4,9$ ($\text{W/m}^2 \cdot \text{°K}$) = $4,9$ ($\text{W/m} \cdot \text{°C}$).

Nhiệt truyền từ 1m^2 bề mặt ngoài ra bên ngoài:

$$Q_N = \alpha_N^H \cdot F_{TL} \cdot (\tau_N^H - t_N^l) = 10,61 \cdot 9 \cdot (45 - 34,4) = 1012,56 \text{ (W)}$$

Lượng nhiệt truyền qua 1m^2 thành lò:

$$Q_{TL} = K \cdot F_{TL} \cdot (\tau_T - \tau_N^H) = 0,24 \cdot 9 \cdot (695 - 52) = 972 \text{ (W)}$$

Ta có : $\left| \frac{Q_N - Q_{TL}}{Q_N} \right| \cdot 100\% = 4\%$, Sai số nhỏ \Rightarrow Giả thiết thỏa mãn.

Vậy nhiệt qua thành lò vào mùa hè: $Q_{TL}^H = \frac{1012,56 + 972}{2} = 992,28 \text{ (W)}$.

☀Mùa đông: $\tau_N^Đ = 33$ ($^{\circ}\text{C}$); $t_N^l = t_T^Đ = 22$ ($^{\circ}\text{C}$)

Xác định hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài

$$\alpha_N^Đ = L \cdot (\tau_N^Đ - t_N^l)^{0,25} + \frac{C_{qd}}{(\tau_N^Đ - t_T^Đ)} \cdot \left[\left(\frac{\tau_N^Đ + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_N^l + 273}{100} \right)^4 \right]$$
$$= 2,56 \cdot (33 - 22)^{0,25} + \frac{4,9}{(33 - 22)} \cdot \left[\left(\frac{33 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{22 + 273}{100} \right)^4 \right] = 9,98 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{°K)}$$

Trong đó:

L: hệ số kích thước đặc trưng phụ thuộc vào vị trí của thành lò, L = 2,56 đối với bề mặt đứng.

C_{qd} : hệ số bức xạ nhiệt qui diễn của vật trong phòng, $C = 4,9 \text{ (W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K)} = 4,9 \text{ (W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$.

Nhiệt truyền từ 1m^2 bề mặt ngoài ra bên ngoài:

$$Q_N = \alpha_N \cdot F_{TL} \cdot (\tau_N^D - t_N^L) = 9,98 \cdot 9 \cdot (33 - 22) = 988,26 \text{ (W)}$$

Lượng nhiệt truyền qua 1m^2 thành lò:

$$Q_{TL} = K \cdot F_{TL} \cdot (\tau_T - \tau_N^D) = 0,24 \cdot 9 \cdot (495 - 33) = 997,92 \text{ (W)}$$

Ta có: $\left| \frac{Q_N - Q_{TL}}{Q_N} \right| \cdot 100\% = 0,98\%$, Sai số nhỏ \Rightarrow Giả thiết thỏa mãn.

Vậy nhiệt qua thành lò vào mùa đông: $Q_{TL}^D = \frac{988,26 + 997,92}{2} = 993,09 \text{ (W)}$.

f. Nhiệt truyền qua nóc lò

Cấu tạo của nóc lò giống như các lớp của tường lò nên lượng nhiệt tỏa ra tính cho nóc lò là giống như thành lò, Tuy nhiên nóc lò là bề mặt nóng nằm ngang có hướng tỏa nhiệt lên phía trên nên cường độ tỏa nhiệt mạnh hơn tường đứng và xấp xỉ 1,3 lần.

$$Q_{NL} = 1,3 \cdot Q_{thành} \cdot F_{NL} \text{ (W)}$$

$$\blacksquare Q_{NL}^H = 1,3 \cdot Q_{TL}^H \cdot F_{NL} = 1,3 \cdot 992,28 \cdot 2 = 2579,93 \text{ (W)}$$

$$\blacksquare Q_{NL}^D = 1,3 \cdot Q_{TL}^D \cdot F_{NL} = 1,3 \cdot 993,09 \cdot 2 = 2582,04 \text{ (W)}$$

Tại phần nóc lò ta đặt hệ thống hút nhiệt nên phần nhiệt ở nóc lò được vận chuyển ra ngoài môi trường không khí.

g. Nhiệt truyền qua đáy lò

Tổn thất nhiệt qua đáy lò thấp hơn tổn thất nhiệt qua tường và nóc lò. Tính toán lượng nhiệt tỏa ra tương đối phức tạp nên có thể tính gần đúng theo công thức sau:

$$Q_{đáy\ lò} = 0,7 \times Q_{đáy\ lò} \times F_{đáy\ lò} \text{ [W]}$$

Trong đó: 0,7- hệ số kể đến phần nhiệt đi vào phòng;

$q_{đáy}$ - cường độ dòng nhiệt truyền qua 1m^2 đáy;

$$F_{đáy\ lò} = 2,25 \text{ m}^2.$$

Giả sử nhiệt độ bề mặt trong của đáy lò nhỏ hơn nhiệt độ trong lò $5 \text{ (}^\circ\text{C)}$, $\tau_T = t_T^L - 5 \text{ (}^\circ\text{C)} = 500 - 5 = 495 \text{ (}^\circ\text{C)}$

Giả thiết nhiệt độ bề mặt ngoài lò:

Mùa hè: $\tau_N^H = 45 \text{ (}^\circ\text{C)}$; Mùa đông: $\tau_N^D = 35 \text{ (}^\circ\text{C)}$

$$\text{Hệ số truyền nhiệt qua đáy lò: } K = \frac{1}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} = \frac{1}{\frac{0,3}{0,26} + \frac{0,2}{0,27} + \frac{0,02}{0,18}} = 0,24$$

🌞Mùa hè:

$$\tau_N^H = 45 \text{ (}^\circ\text{C)}; t_N^l = t_T^H = 34,4 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Xác định hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài:

$$\alpha_N^H = 3,26 \cdot (45 - 34,4)^{0,25} + \frac{4,9}{(45 - 34,4)} \cdot \left[\left(\frac{45 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{34,4 + 273}{100} \right)^4 \right] = 10,61 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

Trong đó:

L: hệ số kích thước đặc trưng phụ thuộc vào vị trí của đáy lò, $L = 3,26$ đối với bề mặt đứng.

C_{qd} : hệ số bức xạ nhiệt qui diễn của vật trong phòng, $C = 4,9 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)} = 4,9 \text{ (W/m} \cdot \text{K)}$.

Nhiệt truyền từ 1m^2 bề mặt ngoài ra bên ngoài:

$$Q_N = \alpha_N^H \cdot F_{\text{đáy}} \cdot (\tau_N^H - t_N^l) = 10,61 \cdot 2,25 \cdot (45 - 34,4) = 253,14 \text{ (W)}$$

Lượng nhiệt truyền qua 1m^2 đáy lò:

$$Q_{DL} = K \cdot F_{\text{đáy}} \cdot (\tau_T - \tau_N^H) = 0,24 \cdot 2,25 \cdot (495 - 45) = 243 \text{ (W)}$$

Ta có : $\left| \frac{Q_N - Q_{TL}}{Q_N} \right| \cdot 100\% = 4\%$, Sai số nhỏ \Rightarrow Giả thiết thỏa mãn.

Vận nhiệt qua đáy lò vào mùa hè: $Q_{DL}^H = \frac{253,14 + 243}{2} = 173,65 \text{ (W)}$.

🌧Mùa đông:

$$\tau_N^D = 35 \text{ (}^\circ\text{C)}; t_N^l = t_T^D = 22 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Xác định hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài

$$\alpha_N^D = 3,26 \cdot (35 - 22)^{0,25} + \frac{4,9}{(35 - 22)} \cdot \left[\left(\frac{35 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{22 + 273}{100} \right)^4 \right] = 7,96 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

Trong đó:

L: hệ số kích thước đặc trưng phụ thuộc vào vị trí của đáy lò, $L = 3,26$ đối với bề mặt đứng

C_{qd} : hệ số bức xạ nhiệt qui diễn của vật trong phòng, $C = 4,9 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)} = 4,9 \text{ (W/m} \cdot \text{K)}$

Nhiệt truyền từ 1m^2 bề mặt ngoài ra bên ngoài:

$$Q_N = \alpha_N^D \cdot F_{DL} \cdot (\tau_N^D - t_N^l) = 7,96 \cdot 2,25 \cdot (35 - 22) = 232,92 \text{ (W)}$$

Lượng nhiệt truyền qua 1m^2 đáy lò:

$$Q_{DL} = K \cdot F_{DL} \cdot (\tau_T - \tau_N^D) = 0,24 \cdot 2,25 \cdot (495 - 35) = 248,4 \text{ (W)}$$

Ta có : $\left| \frac{Q_N - Q_{TL}}{Q_N} \right| \cdot 100\% = 6\%$, Sai số nhỏ \Rightarrow Giả thiết thỏa mãn.

Vậy nhiệt qua đáy lò vào mùa đông: $Q_{DL}^D = \frac{232,92+248,4}{2} \cdot 0,7 = 168,46$ (W).

h. Tỏa nhiệt qua cửa lò

Cấu tạo cửa lò thường có 2 lớp chịu lực bằng gang và lớp cách nhiệt bằng vật liệu chịu lửa. Chọn cấu tạo cửa lò gồm 2 lớp như sau:

Lớp 1: Chịu lửa: $\delta_1 = 0,3m$; $\lambda_1 = 0,26$ (W/m,°C).

Lớp 2: Cách nhiệt: $\delta_2 = 0,2m$; $\lambda_2 = 0,07$ (W/m,°C).

Hệ số truyền nhiệt qua cửa lò: $K = \frac{1}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}} = \frac{1}{\frac{0,3}{0,26} + \frac{0,2}{0,07}} = 0,25$

✚ Trường hợp cửa đóng:

Khi cửa lò đóng thì lượng nhiệt truyền qua cửa lò tính toán như qua thành lò.

$$Q_{CL} = K \cdot F_{TL} \cdot (\tau_T - \tau_N) = Q \cdot F_{CL} \text{ (W)}.$$

Giả sử nhiệt độ bề mặt trong của cửa lò nhỏ hơn nhiệt độ trong lò 5 (°C).

$$\tau_T = t_T^I - 5^\circ\text{C} = 500 - 5 = 495 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Giả thiết nhiệt độ bề mặt cửa lò:

Mùa hè: $\tau_N^H = 45$ (°C); Mùa đông: $\tau_N^D = 39$ (°C).

✚ Mùa hè: $\tau_N^H = 45$ (°C) ; $t_N^I = t_T^H = 34,4$ (°C)

Xác định hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài

$$\alpha_N^H = 2,56 \cdot (45 - 34,4)^{0,25} + \frac{4,9}{(45 - 34,4)} \cdot \left[\left(\frac{45 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{34,4 + 273}{100} \right)^4 \right] = 10,61 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{°K)}$$

Trong đó:

L: hệ số kích thước đặc trưng phụ thuộc vào vị trí của cửa lò, $L = 2,56$ đối với bề mặt đứng.

C_{qd} : hệ số bức xạ nhiệt qui điển của vật trong phòng, $C = 4,9$ (W/m²·°K) = 4,9 (W/m·°C).

Nhiệt truyền từ 1m² bề mặt ngoài ra bên ngoài:

$$Q_N = \alpha_N^H \cdot F_{CL} \cdot (\tau_N^H - t_N^I) = 10,61 \cdot 0,25 \cdot (45 - 34,4) = 28,13 \text{ (W)}$$

Lượng nhiệt truyền qua 1m² cửa lò:

$$Q_{CL} = K \cdot F_{CL} \cdot (\tau_T - \tau_N^H) = 0,25 \cdot 0,25 \cdot (495 - 45) = 27 \text{ (W)}$$

Ta có : $\left| \frac{Q_N - Q_{TL}}{Q_N} \right| \cdot 100\% = 4\%$, Sai số nhỏ => Giả thiết thỏa mãn.

Vậy nhiệt qua cửa lò vào mùa hè: $Q_{CL}^H = \frac{28,13+27}{2} \cdot \frac{z}{60} = 93,2 \cdot \frac{50}{60} = 22,97 \text{ (W)}$.

Trong đó: z là thời gian đóng cửa trong 1 giờ, lấy z = 50.

☀Mùa đông: $\tau_N^D = 39 \text{ (}^\circ\text{C)}$; $t_N^l = t_T^D = 22 \text{ (}^\circ\text{C)}$

Xác định hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài

$$\alpha_N^D = 2,56 \cdot (39-22)^{0,25} + \frac{4,9}{(39-22)} \cdot \left[\left(\frac{39+273}{100} \right)^4 - \left(\frac{22+273}{100} \right)^4 \right] = 6,77 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

Trong đó:

L: hệ số kích thước đặc trưng phụ thuộc vào vị trí của cửa lò, L = 2,56 đối với bề mặt đứng

C_{qd}: hệ số bức xạ nhiệt qui diễn của vật trong phòng, C=4,9 (W/m²·°K) = 4,9 (W/m·°C)

Nhiệt truyền từ 1m² bề mặt ngoài ra bên ngoài:

$$Q_N = \alpha_N^D \cdot F_{CL} \cdot (\tau_N^D - t_N^l) = 10,78 \cdot 0,25 \cdot (39 - 22) = 28,79 \text{ (W)}$$

Lượng nhiệt truyền qua 1m² cửa lò:

$$Q_{CL} = K \cdot F_{CL} \cdot (\tau_T - \tau_N^D) = 0,25 \cdot 0,25 \cdot (495 - 39) = 27,36 \text{ (W)}$$

Ta có : $\left| \frac{Q_N - Q_{TL}}{Q_N} \right| \cdot 100\% = 4\%$, Sai số nhỏ => Giả thiết thỏa mãn.

Vậy nhiệt qua cửa lò vào mùa đông: $Q_{CL}^D = \frac{28,79+27,36}{2} \cdot \frac{z}{60} = \frac{28,79+27,36}{2} \cdot \frac{50}{60} = 23,4 \text{ (W)}$

Trong đó: z là thời gian đóng cửa trong 1 giờ, lấy z = 50.

☀Trường hợp mở cửa:

Khi đưa nguyên liệu vào lò ta phải mở cửa lò trong một thời gian (thường là 10phút) nhiệt sẽ tỏa ra phòng bằng bức xạ. Ngoài lượng nhiệt này, lượng nhiệt do bản thân của lò tích lũy tiếp tục tỏa nhiệt vào phòng. Ta coi lượng nhiệt này $Q_{mở} = \frac{1}{2} Q_{đóng}$.

Vậy tổng nhiệt lượng nhiệt khi của lò mở là: $Q_m = \frac{Q_{Đóng}}{2} + Q_{bx} \cdot \frac{10}{60} \cdot K \cdot F_C$

Trong đó: $Q_{bx} = C \cdot \left[\left(\frac{T_T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{vlv}}{100} \right)^4 \right] \text{ (W/m}^2 \text{)}$.

C: là hệ số bức xạ của vật liệu, Đối với vật đen tuyệt đối C = 5,76 (W/m²·°K⁴),

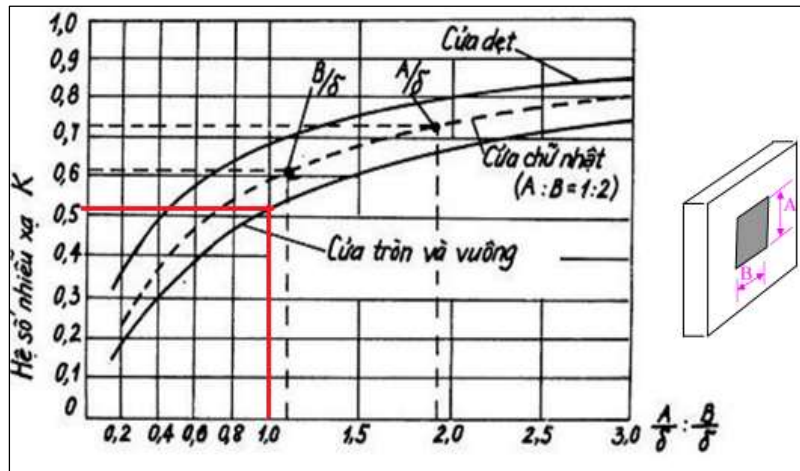
T_T = 273 + t_T (°C) t_T: nhiệt độ bên trong lò,

T_{vlv} = 273 + t_N (°C) t_N: nhiệt độ bên ngoài lò,

$$Q_{bx}^H = 5,76 \cdot \left[\left(\frac{500+273}{100} \right)^4 - \left(\frac{45+273}{100} \right)^4 \right] \cdot K \cdot F_C \cdot \frac{60-z}{60} = 20553,28 \text{ (W/m}^2 \text{)}$$

$$Q_{bx}^D = 5,76 \cdot \left[\left(\frac{500+273}{100} \right)^4 - \left(\frac{39+273}{100} \right)^4 \right] \cdot K \cdot F_C \cdot \frac{60-z}{60} = 20554,19 \text{ (W/m}^2 \text{)}$$

K: hệ số nhiễu xạ khi mở cửa lò. K phụ thuộc vào kích thước cửa lò và bề dày cửa lò $\delta = 0,5m$ và cửa lò hình vuông. (tra biểu đồ hình 2.10_ [3]).



Hình 2.7: Hệ số điều chỉnh K do nhiễu xạ

Cửa lò hình vuông có kích thước: $A \cdot B = 0,5m \cdot 0,5m$

=> Diện tích cửa lò $F_c = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25 (m^2)$

Dựa vào các tỷ số: $\frac{A}{\delta} = \frac{0,5}{0,5} = 1; \frac{B}{\delta} = \frac{0,5}{0,5} = 1$

Dùng biểu đồ trên ta tìm được: $K_1 = 0,5; K_2 = 0,5 \Rightarrow K = \frac{0,5+0,5}{2} = 0,5$

Vậy lượng nhiệt tỏa ra khi mở cửa lò là:

▪ Mùa hè:

$$Q_{CL}^{mở cánh(H)} = \frac{Q_{CL}^{dóng(H)}}{2} \cdot Z = \frac{22,97}{2} \cdot \frac{60-50}{50} = 2,3 (W).$$

▪ Mùa đông:

$$Q_{CL}^{mở cánh(Đ)} = \frac{Q_{CL}^{dóng(Đ)}}{2} \cdot Z = \frac{23,4}{2} \cdot \frac{60-50}{50} = 2,34 (W).$$

2.3.5. Tỏa nhiệt từ quá trình làm nguội sản phẩm

Gang được nung đến nhiệt độ $700^{\circ}C$ và sau đó làm lạnh nhanh chóng nên không có sự thay đổi cấu trúc hay tính chất của nó mà vẫn giữ nguyên trạng thái. Phần nhiệt này được tính theo công thức:

$$Q_{sp} = 0,279 \cdot C \cdot G_{sp} \cdot (t_d - t_c) \cdot \beta (W)$$

Trong đó:

G_{sp} : khối lượng của vật nung trong 1 giờ, [kg/h] – Gang $G_{sp} = 500$ kg/h

C_r : nhiệt dung của sản phẩm ở thể rắn (C_r), (kJ/kg.°C)

Gang: $C_r = 0.53 + 0,000197 \cdot (700 + 273) = 0,72$ (kJ/kg.°C)

t_d : nhiệt độ ban đầu của vật trước khi bắt đầu nguội [°C]

t_c : nhiệt độ của vật sau khi nguội, thường bằng nhiệt độ bên trong nhà [°C]

β : hệ số kể đến cường độ toả nhiệt theo thời gian, $\beta = 0,5$

Bảng 2.7: Tồn thất nhiệt do làm nóng vật liệu

Mùa	G_{sp} (kg/h)	C_r (kJ/kg.°C)	t_d (°C)	t_c (°C)	β	Q_{sp} (W)
Hè	500	0,68	500	34.4	0,5	22157,48
Đông	500	0,68	500	22	0,5	22747,59

2.3.6. Tổng nhiệt tỏa

$$\sum Q_{TN} = Q_{TN}^{người} + Q_{TN}^{TS} + Q_{TN}^{sp} + Q_{TN}^{ĐC} + Q_{TN}^{lò nung}$$

Bảng 2.8: Tổng kết nhiệt tỏa cho phân xưởng

Mùa	$Q_{TN}^{Người}$ (W)	Q_{TN}^{TS} (W)	Q_{TN}^{sp} (W)	$Q_{TN}^{ĐC}$ (W)	$Q_{TN}^{Lò nung}$ (W)	$\sum Q_{TN}$ (W)
Hè	8000	8121,6	22157,48	28900	48638,82	115827,91
Đông	8120	8121,6	22747,59	28900	48648,33	116536,21

2.4. Thu nhiệt bức xạ mặt trời

Về mùa hè, ánh nắng mặt trời rất gay gắt, vì vậy lượng nhiệt do bức xạ mặt trời xuyên qua kết cấu truyền vào nhà rất lớn. Lượng nhiệt này phụ thuộc vào cường độ bức xạ mặt trời trên mặt phẳng kết cấu bao che và khả năng cản nhiệt bức xạ của bản thân kết cấu bao che.

Cửa kính trong suốt nên hầu hết năng lượng mặt trời xuyên qua được và đi vào nhà, bị hấp thụ kết quả là nhiệt độ trong phòng tăng cao. Kết cấu bao che là mái thì tia nắng

phản chiếu một phần và bị hấp thụ một phần. Do mái có phân diện tích tiếp xúc với mặt trời với thời gian lớn nên ta phải tính thu nhiệt qua mái

Tính toán thu nhiệt tính cho mùa hè và tính các kết cấu bao che là mái và cửa kính

2.4.1. Thu nhiệt bức xạ mặt trời qua cửa kính

Công thức tính toán $Q_{bx}^{kính} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot I \cdot F_{kính}$ [W] (mục 2.3.1 – [4])

Trong đó:

$\tau_1 = 0,9$ - là hệ số kể đến độ trong suốt của cửa kính.

$\tau_2 = 0,8$ - là hệ số kể đến độ bám bẩn của cửa kính.

$\tau_3 = 0,75$ - là hệ số kể đến độ che khuất của cánh cửa .

$\tau_4 = 0,95$ - là hệ số kể đến độ che khuất của hệ thống che nắng.

$F_{kính}$ - diện tích của cửa kính chịu bức xạ mặt trời, [m²].

I - cường độ bức xạ mặt trời chiếu lên 1m² mặt phẳng chịu bức xạ tại thời điểm tính toán [W/m²], lấy trạm gần nhất là trạm HN (tra bảng A.20- [2]).

Kết quả bảng tính nhiệt thu do bức xạ mặt trời qua cửa kính (Phụ lục 1.8).

2.4.2. Thu nhiệt của bức xạ mặt trời qua mái và tường

Bức xạ nhiệt qua mái được chia làm 2 phần: bức xạ truyền vào nhà do chênh lệch nhiệt độ và bức xạ truyền vào nhà do dao động nhiệt.

Công thức tính toán:

$Q_{bx}^{mái} = Q_{bx}^{\Delta t} + Q_{bx}^{A\tau} = [K_{mái} \cdot (t_{tg}^{TB} - t_T) + \alpha_T \cdot A_{\tau T}] \cdot F_{mái}$ (W) (mục 2.3.2 -Trang 72– [4])

Trong đó:

$Q_{bx}^{\Delta t}$ - Lượng nhiệt truyền qua mái do chênh lệch nhiệt độ (W)

$$Q_{bx}^{\Delta t} = K_{mái} \cdot (t_{tg}^{TB} - t_T) \cdot F_{mái}$$

+ K_m - hệ số truyền nhiệt của mái, $K_m = 0,913$ W/m²

+ $F_{mái}$ - diện tích mái. $F_{mái} = 478,8 \times 2 = 957,6$ m²

+ t_T - nhiệt độ trong nhà vào mùa hè, $t_T = t_T^H = 34,4$ °C

+ t_{tg}^{TB} - nhiệt độ trung bình tổng ngoài nhà của tháng nóng nhất (°C)

$$t_{tg}^{TB} = t_N^{TB} + \frac{\rho \cdot I^{TB}}{\alpha_N}$$

✓ t_N^{TB} - Nhiệt độ trung bình của không khí ngoài nhà, $t_N^{TB} = 29,4^{\circ}\text{C}$ (Tra bảng A.2 – [3] QCVN 02-2022/BXD tháng 7 ở HN)

✓ $\rho = 0,65$: hệ số hấp thụ nhiệt bức xạ của bề mặt kết cấu bao che, phụ thuộc vào tính chất, màu sắc của lớp vật liệu ngoài cùng => chọn mái tôn trắng kẽm (Bảng 2.9 – [3])

✓ $\alpha_N = 23,26$: hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài của kết cấu ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$) (Mục 2.1.1–Trang 44 – [3])

✓ I^{TB} : cường độ bức xạ mặt trời trung bình trong ngày đêm.

$$I_{bx}^{TB} = \frac{\sum I_{bx}}{24} = \frac{6299}{24} = 262,46 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Với $\sum I_{bx} = 6299 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{ngày)}$: cường độ trực xạ trên mặt bằng (chọn trạm HN bảng A18 – [3]).

$$t_{tg}^{TB} = 34,4 + \frac{0,65 \cdot 262,46}{23,26} = 36,73 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

Lượng nhiệt truyền qua mái qua phân xưởng

$$Q_{bx}^{\Delta t} = K_{mai} \cdot (t_{tg}^{TB} - t_T) F_{mai} = 0,913 \cdot (36,73 - 34,4) \cdot 957,6 = 2040,93 \text{ (W)}$$

$Q_{bx}^{A\tau}$ - Lượng nhiệt truyền qua mái do dao động nhiệt độ

$$Q_{bx}^{A\tau} = \alpha_T \cdot A_{\tau T} \cdot F_{mai} \text{ (W)}$$

+ α_T – Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài của kết cấu, $\alpha_T = 8,72 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ (Mục 2.1.1-Trang 43-[3])

+ $A_{\tau T}$: Biên độ dao động của nhiệt độ trên bề mặt bên trong. $A_{\tau T} = \frac{A_T^{tg}}{v}$

A_{ttg} : Biên độ dao động của nhiệt độ tổng hợp ngoài nhà

$$A_t^{tg} = (A_t^{td} + A_t^N) \cdot \psi$$

A_t^N : Biên độ dao động của nhiệt độ ngoài nhà

$$A_t^N = t_{max}^{13} - t_N^{TB}$$

t_{max}^{13} ($^{\circ}\text{C}$): nhiệt độ trung bình đo lúc 13h của tháng nóng nhất (tháng 7)

$$t_{max}^{13} = 34,4^{\circ}\text{C}; t_N^{TB} = 29,4^{\circ}\text{C}$$

$$A_t^N = 32,3 - 29,4 = 2,9 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

A_t^{td} : biên độ dao động của nhiệt độ tương đương do bức xạ Mặt Trời gây ra:

$$A_t^{td} = \frac{\rho \cdot (I^{max} - I^{TB})}{\alpha_N}$$

Trong đó: $I^{max} = 609,6 \text{ (W/m}^2\text{)}$ lấy theo trạm HN (Bảng A.20)

$$I^{max} - I^{TB} = 609,6 - 262,46 = 347,14 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$$A_t^{td} = \frac{\rho \cdot (I^{max} - I^{TB})}{\alpha_N} = \frac{0,65 \cdot (609,6 - 262,46)}{23,26} = 9,7 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

+ ψ : hệ số hiệu chỉnh do sự lệch pha $\Delta Z = Z_{t_{td}}^{max} - Z_{t_n}^{max}$ và tỉ số giữa biên độ của dao động nhiệt độ tương đương và nhiệt độ bên ngoài.

$$Z_{t_{td}}^{max} = 13 \text{ giờ, } Z_{t_n}^{max} = 15 \text{ giờ} \rightarrow \Delta Z = 15 - 13 = 2$$

$$\text{Dựa vào tỉ số: } \frac{A_t^{td}}{A_t^N} = \frac{9,7}{2,9} = 3,35 \Rightarrow \psi = 0,99 \text{ (bảng 2.10 - [3])}$$

Biên độ dao động của nhiệt độ tổng hợp ngoài nhà:

$$A_t^{tg} = (A_t^{td} + A_t^N) \cdot \psi = (9,7 + 2,9) \cdot 0,99 = 12,47 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Biên độ dao động của nhiệt độ trên bề mặt bên trong:

$$A_{\tau T} = \frac{A_t^{tg}}{v} = \frac{12,47}{3} = 4,16 \text{ }^\circ\text{C}$$

v: hệ số tắt dần của dao động nhiệt độ, v = 1 (đối với mái tôn mỏng) và v = 3 (đối với mút xốp).

$$Q_{bx}^{Ar} = \alpha_T \cdot A_{\tau T} \cdot F_{mái} = 8,72 \cdot 4,16 \cdot 957,6 = 34722,81 \text{ (W)}$$

$$\text{Vậy } Q_{bx}^{mái} = Q_{bx}^{\Delta t} + Q_{bx}^{Ar} = 2040,93 + 34722,81 = 36763,74 \text{ (W)}$$

2.4.3. Tổng nhiệt bức xạ mặt trời

Bảng 2.1 Tổng nhiệt bức xạ mặt trời

Mùa	$Q_{bx}^{kính}$ (W)	$Q_{bx}^{mái}$ (W)	ΣQ_{bx} (W)
Hè	4435	36763,74	41198,42

2.5. Tính toán nhiệt thừa bên trong công trình

$$\text{Tổng nhiệt thừa vào mùa hè: } Q_{thừa}^H = Q_{tỏa}^H + Q_{bx}^H - Q_{t.thất}^H \text{ (W)}$$

$$\text{Tổng nhiệt thừa vào mùa đông: } Q_{thừa}^D = Q_{tỏa}^D - Q_{t.thất}^D \text{ (W)}$$

Bảng 2.2 Tổng nhiệt thừa bên trong công trình

Mùa	Tổng thất nhiệt	Toả nhiệt	Thu nhiệt	Q thừa (W)
	ΣQ_{TT} (W)	ΣQ_{TN} (W)	ΣQ_{BX} (W)	

Hè	3569,68	115827,91	41198,42	160596,01
Đông	35364,2	116536,21	0	151900,42

2.6. Tính toán hút cục bộ

Hút các không khí bị ô nhiễm trực tiếp tại nguồn phát sinh được gọi là hút cục bộ. Việc hút chụp bộ làm cho các khí độc không lan tỏa vào phòng, hút cục bộ là biện pháp thông gió hiệu quả nhất đối với phân xưởng sản xuất. [5]

2.6.1. Tính toán hút nhiệt tại các thiết bị tỏa nhiệt

a) Hút nhiệt tại lò nung

Trong phân xưởng làm việc có 2 lò nung nên ta sẽ hút nhiệt tỏa ra từ lò nung bằng cách sử dụng chụp hút được bố trí bên cạnh lò (mục 3.8.3_[3])

Lưu lượng hút của chụp: $L = L_{dl} \cdot \frac{F_c}{F_n} \text{ [m}^3/\text{h]}$

Trong đó:

F_c, F_n - diện tích tiết diện miệng chụp, nguồn nhiệt, $[\text{m}^2]$.

L_{dl} - lưu lượng dòng đối lưu, $L_{dl} = 64 \cdot \sqrt[3]{Q_{dl} \cdot F_n^2 \cdot Z} = 418,41 \text{ [m}^3/\text{h]}$.

Z - khoảng cách từ bề mặt nguồn nhiệt đến miệng chụp, $z = 1 \text{ [m]}$.

Q_{dl} - nhiệt đối lưu bên trên nguồn nhiệt $[\text{W}]$ $Q_{dl} = \alpha_{dl} \cdot F_n \cdot (t_n - t_{xq}) = 69,85 \text{ [W]}$.

α_{dl} - hệ số trao đổi nhiệt đối lưu $[\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$ $\alpha_{dl} = 1,5 \cdot \sqrt[3]{t_n - t_{xq}} = 3,3 \text{ [W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$.

t_n, t_{xq} - nhiệt độ bề mặt nguồn nhiệt và không khí xung quanh, $[\text{}^\circ\text{C}]$.

Chụp hút của lò nung: Khoảng cách $Z = 1 \text{ [m]}$.

Chiều rộng của chụp: $1,2 + (0,4 \cdot Z \cdot 2) = 2 \text{ [m]}$.

Chiều dài của chụp: $1,2 + (0,4 \cdot Z \cdot 2) = 2 \text{ [m]}$.

Bảng 2.3 Kết quả tính toán lưu lượng hút nhiệt từ nóc lò

Tên thiết bị	F_n	F_c	Z	t_n	t_{xq}	α_{dl}	Q_{dl}	L_{dl}	L	$2L_{lò}$
Lò nung	2	4	1	45	34,4	3,9	69,85	418,41	836,8	1653,63

Chọn đường kính ống hút: $d = 280 \text{ [mm]}$.

Vận tốc trong ống là: $V_1 = \frac{L}{F} = \frac{4 \cdot 836,8}{\pi \cdot 0,4^2 \cdot 3600} = 1,85 \text{ [m/s]}$.

Vì 2 lò nung nằm gần nhau ta ghép 2 ống hút cục bộ ở 2 lò này được nhập chung thành 1 ống rồi đưa lên trời. Chọn đường kính ống hút là: $d = 540$ [mm].

Vận tốc trong ống là: $V_2 = \frac{L}{F} = \frac{4 \cdot 1673,63}{\pi \cdot 0,54^2 \cdot 3600} = 5,55$ [m/s].

2.6.2. Hút bụi kim loại tại các thiết bị gia công

Trong các công đoạn gia công vật liệu, thì các máy móc sẽ sinh ra các loại bụi. Để hạn chế sự phát tán của dòng khói có bụi bên trong phân xưởng thì ta nên thu gom chúng lại và tại những vị trí phát sinh bụi ta lắp các chụp thu bụi. Chụp hút không gây cản trở đến sự làm việc của thiết bị.

Công thức tính toán tổng quát:

$$L = 2500 \cdot n \cdot D^2 [\text{m}^3/\text{h}]$$

Trong đó:

D: đường kính thiết bị, [m] và n là số máy.

Bảng 2.4 Tính toán lưu lượng bụi hút cục bộ tại phân xưởng

STT	Tên thiết bị	Đường kính D	Số lượng	L bụi
		[m]	[thiết bị]	[m ³ /h]
1	Máy mài tròn	0,5	2	1250
2	Máy mài phẳng	0,6	4	3600
3	Máy mài sắc	0,5	4	2500
	Tổng			7350

2.6.3. Tính toán hút hơi độc tại bể mạ

Bể mạ là nơi sinh ra các chất độc hại vì thế ta sử dụng bộ phận hút trên thành để hút khí độc tránh khí phân tán toàn xưởng.

Hút trên thành người ta bố trí dọc theo chiều dài của bể chứa, rãnh hút khí có chiều cao $h = 50-100$ [mm] cách bề mặt nước 1 khoảng H để tránh nước trong bể bị hút vào.

$H = (0,1 - 0,8) \cdot b$ nhưng không nhỏ hơn 150 [mm].

Bể mạ có kích thước L.B.H = 1000×500×1000. Bề rộng của bể mạ $b = 0,5$ [m] < 0,7 [m] nên ta sử dụng hút 1 bên thành.

Lưu lượng hút tính theo công thức: $L_h = n \times K_T \times K_d \times L_{lt}$ [m³/h].

Trong đó:

n: số bể mạ.

K_d : Hệ số dự trữ tính đến ảnh hưởng của gió. $K_d = 1,5 - 1,75$ đối với bể ít chứa chất độc hại. Chọn $K_d = 1,75$.

K_T : Hệ số tính đến ảnh hưởng của sức hút đối với luồng không khí bị hút từ hai đầu ngang của bể. Đối với miệng hút đơn giản 1 bên thành:

$$K_T = \left(1 + \frac{B}{4L}\right)^2 = \left(1 + \frac{0,5}{4 \cdot 1}\right)^2 = 1,27$$

L_{lt} : Lưu lượng không khí hút lý thuyết:

$$L_{lt} = 3600 \cdot A \cdot \left(\phi \cdot \frac{T_{dd} - T_p}{3 \cdot T_p} \cdot g \cdot b^3\right)^{\frac{1}{2}} \cdot l = 3600 \cdot 0,35 \cdot \left(\frac{3\pi}{2} \cdot \left(\frac{353-307}{3 \cdot 307}\right) \cdot 9,81 \cdot 0,5^3\right)^{\frac{1}{2}} \cdot 1 = 673,35 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Trong đó:

A - Hệ số đặc trưng phụ thuộc vào cách hút 1 bên hay 2 bên, hút 1 bên: $A = 0,35$.

b, l - Bề rộng và bề dài của bể, $B = 0,5$ [m], $L = 1$ [m].

G - Gia tốc trọng trường, $g = 9,81$ [m/s²].

T_p - Nhiệt độ tuyệt đối trong phòng. $T_p = 273 + 34,4 = 307$ [°K].

T_{dd} - Nhiệt độ tuyệt đối của bể mạ. $T_n = 273 + 80 = 353$ [°K].

ϕ - Góc mở rộng của luồng không khí bị hút. Đối với bể đứng độc lập, $\phi = \frac{3\pi}{2}$

Bảng 2.5 Tính toán lưu lượng hút khí tại bể mạ

Loại bể	Số lượng	K_d	A	ϕ	T_{dd}	T_p	g [m/s]	B	L	K_t	L_{lt} [m ³ /h]	L_h [m ³ /h]
Bể mạ	8	1,75	0,35	$\frac{3\pi}{2}$	353	307	9,81	0,5	1	1,27	673,35	11931

=> Đề xuất phương pháp xử lý hơi độc: Lắp miệng hút trực tiếp ngay tại nơi phát sinh ra khí độc, bao kín các thiết bị. Khí độc theo hệ thống mương dẫn tới thiết bị xử lý, có rất nhiều phương pháp xử lý hơi độc nhưng có hai phương pháp hấp thụ và hấp phụ được áp dụng rộng rãi, dễ chế tạo và lắp đặt.

2.7. Tính toán lưu lượng thông gió

2.7.1. Tính toán lưu lượng thông gió

$$Q'_{th} = Q_{thừa} - Q_{nóc lò} - 0,7 \cdot Q_{sản phẩm} = 160596,01 - 2579,93 - (0,7 \cdot 22157,48) = 142505,83 \text{ [W]}.$$

Lưu lượng thông gió:
$$L_{TG} = \frac{Q_{th}}{C \cdot (t_r - t_v) \cdot \gamma}$$

Trong đó:

C - tỷ nhiệt của không khí khô $C = 1,005 \text{ [kJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C]}$.

t_R - nhiệt độ không khí hút ra, $t_R = t_{vlv} + a \cdot (h_o - h_{vlv})$.

t_{vlv} - nhiệt độ không khí trong phòng tại vùng làm việc lấy bằng nhiệt độ tính toán trong phòng vào mùa hè, $t_{vlv} = t_r^H = 34,4 \text{ [}^\circ\text{C]}$.

a - hệ số kể đến sự tăng nhiệt độ theo 1m chiều cao nhà xưởng $a = 1 \div 1,5 \text{ [}^\circ\text{C/m]}$. Chọn $a = 1,4$.

h_o - khoảng cách đứng từ mặt sàn đến tâm cửa không khí ra, $h_o = 10 \text{ [m]}$.

h_{vlv} - chiều cao vùng làm việc, khoảng 1,5 - 2m, chọn 2 [m].

$$t_R = t_{vlv} + a \cdot (h_o - h_{vlv}) = 34,4 + 1,35 \cdot (10 - 2) = 45,2 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

t_v - nhiệt độ của không khí thổi vào phòng lấy bằng nhiệt độ ngoài nhà vào mùa hè, $t_v = t_N = 33,4 \text{ [}^\circ\text{C]}$.

γ - trọng lượng riêng của không khí:
$$\gamma = \frac{\gamma_o}{1 + \frac{t}{273}} = \frac{1,293}{1 + \frac{33,4}{273}} = 1,15 \text{ [kg/m}^3\text{]}.$$

Lưu lượng thông gió cho phân xưởng:

$$L_{TG} = \frac{Q'_{th}}{C \cdot (t_r - t_v) \cdot \gamma} = \frac{142505,83 \cdot 3,6}{1,005 \cdot (45,2 - 33,4) \cdot 1,15} = 34348,436 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

2.7.2. Tính số miệng thổi

Chọn 2 miệng thổi Baturin với lưu lượng miệng thổi là 4000 [m³/h].

Số miệng thổi loa ba tầng với lưu lượng mỗi miệng thổi là 1700 [m³/h] là:

$$n = \frac{34348,436 - 4000}{1700} = 17,85; \text{ chọn } n = 18 \text{ miệng. Như vậy tổng số miệng thổi là 19 miệng thổi,}$$

trong đó 18 miệng thổi loa ba tầng và 1 miệng thổi baturin.

Vậy lưu lượng thực tế: $L = 18 \cdot 1700 + 4000 = 34600 \text{ [m}^3\text{/h]}$.

$$\text{Hệ số an toàn là } n = \frac{L}{L_{TG}} = \frac{34600}{34348,436} = 1,01$$

Chương 3: PHƯƠNG ÁN THÔNG GIÓ VÀ TÍNH TOÁN THỦY LỰC

3.1. Lựa chọn phương án thông gió

3.1.1. Phương án thông gió tự nhiên

Thông gió tự nhiên là phương án giúp không khí bên ngoài được lưu chuyển vào trong phân xưởng một cách tự nhiên mà không cần sử dụng các thiết bị hỗ trợ như quạt.

Ưu điểm:

- Không tốn chi phí, tiết kiệm năng lượng.
- Có khả năng thông gió với lưu lượng lớn (tùy thuộc vào diện tích cửa và lưu lượng gió).

Nhược điểm:

- Phương pháp này hoạt động phụ thuộc hoàn toàn vào điều kiện gió tự nhiên, không thể điều chỉnh hoặc tiết giảm.
- Doanh nghiệp cần có thêm thiết bị phụ trợ (như quạt, điều hòa,...) vào những ngày ít gió.
- Không thể đảm bảo điều kiện làm việc cho người sản xuất được do lượng nhiệt thừa lớn.

Dựa vào ưu, nhược điểm của từng phương án và quan trọng nhất là hiệu quả khi áp dụng các phương pháp trên để khử nhiệt thừa và bụi. Phương án thông gió cơ khí sẽ là sự lựa chọn của tôi để áp dụng cho thiết kế hệ thống thông gió trong phân xưởng của mình

Trong quá trình thông gió cơ khí, đối với nhiệt độ ngoài trời sẽ lấy theo giá trị lớn nhất theo địa phương của mình. Tra bảng A.3 – [3] nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất của HN là 33,4 °C, nhiệt độ này tương đối khá cao khi thổi vào nhà để khử nhiệt thừa.

3.1.2. Phương án thông gió cơ khí

Thông gió cơ khí là sử dụng các thiết bị điều chuyển không khí. Ở mức độ đơn giản là sử dụng các quạt gió để phụ trợ thông gió tự nhiên, tạo ra dòng đối lưu cưỡng bức trong phòng. Tức là, việc thiết kế hệ thống thông gió này giúp đưa không khí từ trong từ trường bên trong phòng ra ngoài hoặc ngược lại nhờ tác động của quạt và động cơ.

Quạt có nhiệm vụ đưa không khí trong lành từ bên ngoài vào. Hệ thống hút chỉ đặt tại một số vị trí nhất định trong phân xưởng như như lò nấu thép, bề mạ, các máy móc phát sinh ra nhiều bụi như: máy mài... do vậy gọi là hệ thống hút cục bộ.

Ưu điểm:

- Đưa không khí sạch vào bên trong nhà nơi công nhân làm việc.
- Khí bị ô nhiễm được hút bằng các chụp hút ra ngoài tại nơi phát sinh.
- Có khả năng thay đổi hoặc duy trì lưu lượng không khí cần thiết tùy theo điều.
- Kiện khí hậu nhiệt độ không khí ngoài trời và tốc độ gió.
- Chủ động trong việc quản lý, vận hành cũng như khi có sự cố xảy ra.

Nhược điểm:

- Chi phí đầu tư lớn, chi phí vận hành cao.
- Không bền vững.

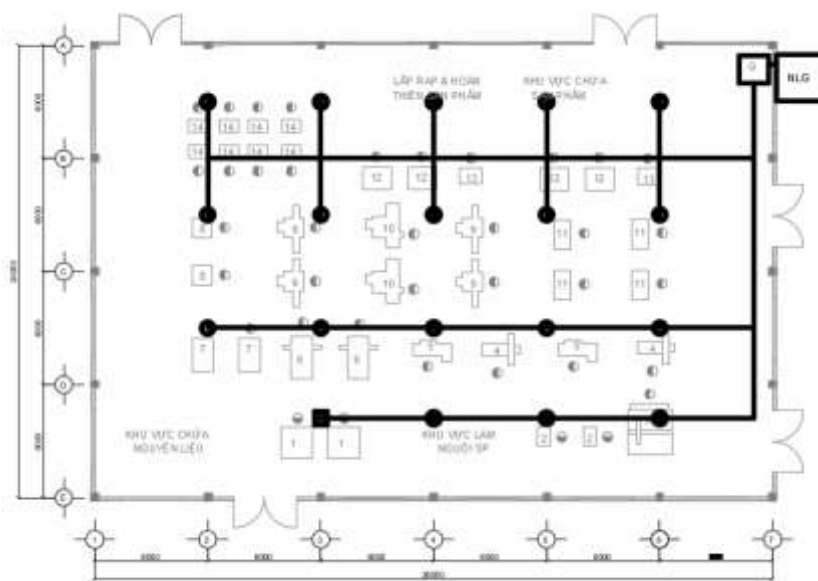
3.1.3. Phương án lựa chọn

Dựa vào ưu, nhược điểm của từng phương án và quan trọng nhất là hiệu quả khi áp dụng các phương pháp trên để khử nhiệt thừa và bụi. Phương án thông gió cơ khí sẽ là sự lựa chọn của tôi để áp dụng cho thiết kế hệ thống thông gió trong phân xưởng của mình

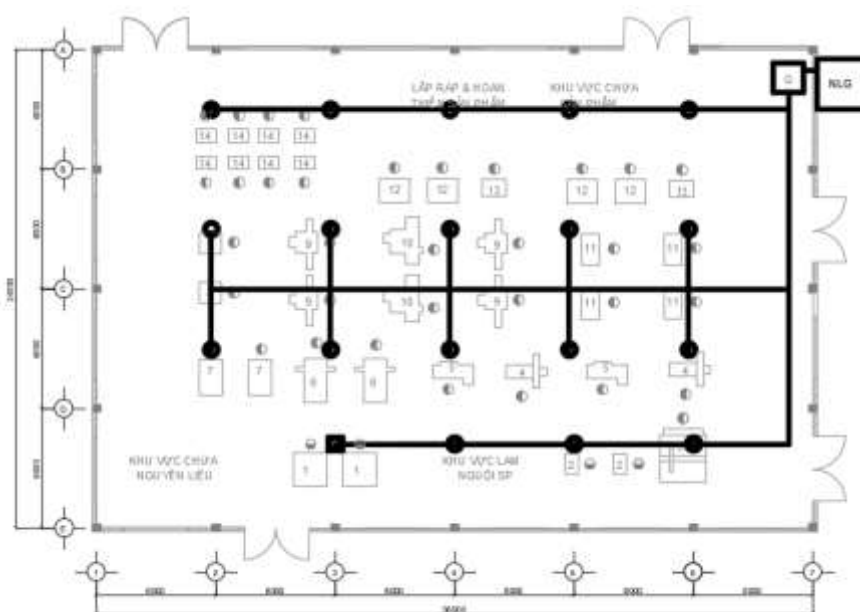
Trong quá trình thông gió cơ khí, đối với nhiệt độ ngoài trời sẽ lấy theo giá trị lớn nhất theo địa phương của mình. Tra bảng A.3 – [3] nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất của HN là 33,4 °C, nhiệt độ này tương đối khá cao khi thổi vào nhà để khử nhiệt thừa.

3.2. Vạch tuyến hệ thống thông gió

Với tổng số miệng thổi là 19 trong đó 18 miệng thổi loa ba tầng và 1 miệng thổi baturin đã tính toán ở phần trên. Theo mặt bằng đã cho, tiếp tục vạch tuyến đường ống thông gió theo số miệng thổi và chỗ làm việc của người công nhân ta tiến hành vạch tuyến cho hệ thống thông gió trong phân xưởng, với 2 phương án như sau:



Hình 3.1 Phương án vạch tuyến số 1



Hình 3.2 Phương án vạch tuyến số 2

Cơ sở lựa chọn phương án vạch tuyến:

- Phương án 1 (hình 3.1): Tổn thất trên tuyến ống nhỏ. Tuy nhiên khi có một đường ống gặp sự cố thì tất cả các ống khác đều ảnh hưởng.

3.3. Tính thủy lực hệ thống thông gió cho nhà máy và lựa chọn thiết bị

3.3.1. Chọn vị trí miệng thổi và loại miệng thổi

Trong các phân xưởng sản xuất, nhiệm vụ chính của các miệng thổi là cung cấp không khí sạch được thổi trực tiếp vào vùng làm việc của các công nhân. Vậy nên việc bố trí từng miệng thổi sao cho hợp lý để tạo môi trường làm việc thoáng mát. [4]

Miệng thổi được chọn là miệng thổi loa 3 tầng với lá hướng dòng điều chỉnh được.

Vận tốc trung bình tại vị trí làm việc của công nhân yêu cầu đạt từ $0,5 \div 1,2$ [m/s].

Chọn chiều cao đặt miệng thổi là 3 [m] so với sàn nhà.

Chiều cao làm việc của công nhân, chọn $h_1 = 1,5$ [m] ($h_1 = 1,2 \div 1,5$ m).

a. Miệng thổi loa 3 tầng

Vận tốc trung bình tại miệng thổi loa 3 tầng: $C_0 = \frac{L}{F} = \frac{0,472}{0,2} = 2,4$ (m/s).

Trong đó:

L: lưu lượng miệng thổi: $L = 1700$ (m^3/h) = $0,472$ (m^3/s).

F: diện tích miệng thổi (đường kính ống $d = 250$ (mm) => đường kính miệng loa).

$D = 2d = 500$ (mm). Vậy $F = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 0,5^2}{4} = 0,2$ (m^2).

Vận tốc trung bình tại vị trí làm việc của công nhân xác định theo công thức:

$$C_x = C_0 \cdot \frac{0,226}{\frac{a \cdot x}{d} + 0,145} \text{ (m/s)}.$$

Trong đó:

a: hệ số chảy rối, đối với ống có hình trụ có loa gắn $a = 0,08$.

x: khoảng cách tính từ miệng thổi đến chiều cao làm việc của công nhân, (m).

$x = h_2 - h_1 = 3 - 1,5 = 1,5$ (m).

Đối với miệng thổi $L = 1700$ (m^3/h): $C_x = 2,4 \cdot \frac{0,226}{\frac{0,08 \cdot 1,5}{0,25} + 0,145} = 0,87$ (m/s).

Ta thấy $C_x = 0,87$ nằm trong khoảng [$0,5 \leq C_x \leq 1,2$ (m/s)], vậy chọn chiều cao đặt miệng thổi $h_2 = 3$ m là hợp lý.

b. Miệng thổi Baturin

Vận tốc trung bình tại miệng thổi Baturin: $C_0 = \frac{L}{F} = \frac{1,11}{0,8} = 1,42 \text{ (m/s)}$.

Trong đó:

L: lưu lượng miệng thổi, $L = 4000 \text{ (m}^3/\text{h)} = 1,11 \text{ (m}^3/\text{s)}$.

F: diện tích miệng thổi (đường kính ống $d = 500 \text{ (mm)} \Rightarrow$ đường kính miệng loa.

$D = 2d = 1000 \text{ (mm)}$. Vậy $F = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 1^2}{4} = 0,8 \text{ (m}^2)$.

Vận tốc trung bình tại vị trí làm việc của công nhân xác định theo công thức:

$$C_x = C_0 \cdot \frac{0,226}{\frac{a \cdot x}{d} + 0,145} \text{ (m/s)}.$$

Trong đó:

a: hệ số chảy rối, đối với ống có hình trụ có loa gắn $a = 0,08$.

x: khoảng cách tính từ miệng thổi đến chiều cao làm việc của công nhân, (m).

$x = h_2 - h_1 = 3 - 1,5 = 1,5 \text{ (m)}$.

Đối với miệng thổi $L = 4000 \text{ (m}^3/\text{h)}$: $C_x = 1,42 \cdot \frac{0,226}{\frac{0,08 \cdot 1,5}{0,5} + 0,145} = 0,831 \text{ (m/s)}$.

Ta thấy $C_x = 0,78$ nằm trong khoảng $[0,5 \leq C_x \leq 1,2 \text{ (m/s)}]$, vậy chọn chiều cao đặt miệng thổi $h_2 = 3\text{m}$ là hợp lý.

3.3.2. Tính toán thủy lực cho hệ thống thông gió

a. Phương pháp tính toán hệ thống thủy lực hệ thống đường ống thông gió

Tính toán thủy lực hệ thống đường ống thông gió gồm:

Bước 1: Đầu tiên chọn tuyến chính là tuyến dài nhất hay bất lợi nhất (gây ra tổn thất nhiều nhất), đánh số thứ tự cho mỗi đoạn từ ngọn đến gốc.

Bước 2: Biết lưu lượng tại mỗi miệng thổi ta xác định được lưu lượng từng đoạn ống, cộng dồn về phía trước cho đến quạt.

Từ lưu lượng chọn D (mm) phù hợp với vận tốc kinh tế ($5 \div 12 \text{ m/s}$), tra được áp suất ma

sát đơn vị R, áp suất động $\Delta P_d = \frac{v^2 g}{2g} \gamma$

Bước 3: Sau đó tính tổn thất áp suất ma sát trên cả đoạn ống theo công thức:

$$\Delta P_{ms} = R \cdot l \text{ , (kG/m}^2)$$

Trong đó:

R: tổn thất áp suất ma sát đơn vị ứng với điều kiện tiêu chuẩn tính cho 1m dài của ống, $\text{kG/m}^2, \text{m}$

l: chiều dài của đoạn ống, (m)

Bước 4: Thống kê hệ số tổn thất cục bộ ΔP_{cb} của tất cả các chướng ngại vật trên đường ống. Tính ra được tổn thất áp suất cục bộ, theo công thức:

$$\Delta P_{cb} = \sum \xi \cdot P_d \quad , (\text{kG/m}^2)$$

Trong đó:

$\sum \xi$: là hệ số sức cản cục bộ (tra bảng)

P_d : là áp suất động của dòng chảy trong ống, kG/m^2 .

Bước 5: Tính tổn thất áp suất toàn phần $\Delta P_{tp} = \Delta P_{cb} + \Delta P_{ms}$ (kg/m^2)

Bước 6: Lập bảng tính thủy lực để tính các thông số khác.

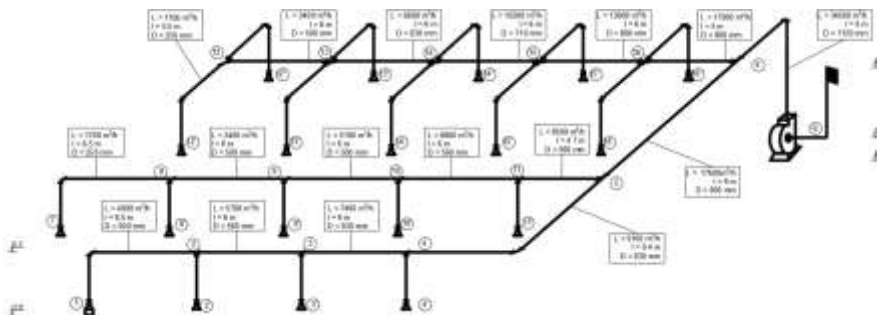
Bước 7: Dựa vào bảng tính thủy lực sẽ biết được lưu lượng và tổn thất thủy lực để chọn quạt gió.

Lựa chọn phương án và tính toán thủy lực hệ thống đường ống thông gió cho nhà máy sản xuất chi tiết QBH thành phố HN.

b. Tính toán thủy lực:

Sau khi tính thủy lực cho hai tuyến ống của phương án 1 (Phụ lục 2.1 và phụ lục 2.2) thì ta có thể thấy được tuyến ống bất lợi nhất (gây ra tổn thất nhiều nhất) là tuyến ống gồm 1 miệng thổi Baturin và 6 miệng thổi loa 3 tầng với tổng tổn thất là $28,84(\text{kg/m}^2)$. Còn tuyến phụ sẽ là tuyến ống còn lại gồm 12 miệng thổi loa 3 tầng với tổng tổn thất là $17,45(\text{kg/m}^2)$.

3.3.3. Sơ đồ không gian



Hình 3.3 Sơ đồ không gian hệ thống thông gió phương án 1

3.4. Tính toán chọn quạt

Tính tổn thất cho ống hút:

Chọn ống có đường kính 1120 mm, lưu lượng $L = 34600 \text{ (m}^3/\text{h)}$

-Tổn thất của đoạn ống hút: $\Delta P_{tp} = \Sigma \Delta P_{ms} + \Sigma \Delta P_{cb} \text{ (kg/m}^2\text{)}$

-Tổn thất áp suất do ma sát: (Tính cho ống tiết diện tròn, làm bằng tôn và ở $34,4^\circ\text{C}$)

$$\Delta P_{ms} = R \cdot L \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

Trong đó:

$R \text{ (kG/m}^2\cdot\text{m)}$: tổn thất áp suất ma sát đơn vị của đoạn ống hút (Phụ lục 6 _ [3]).

$$R = 0,067$$

$L \text{ (m)}$: chiều dài của đoạn ống hút: $L = 3 \text{ m}$.

- Tổn thất áp suất cục bộ: $\Delta P_{cb} = P_d \cdot \Sigma \xi$, $\text{(kG/m}^2\text{)}$

Trong đó:

$P_d \text{ (kG/m}^2\text{)}$: áp suất động của đoạn ống hút.

$$P_d = 5,63 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

$\Sigma \xi$: tổng hệ số sức cản cục bộ của đoạn ống hút

$$\Delta P_{ms} = R \cdot L = 0,067 \times 3 = 0,201 \text{ (kg/m}^2\text{)}.$$

$$\Delta P_{cb} = \Sigma \xi \cdot P_d = 4,6 \times 6,33 = 25,89 \text{ (kg/m}^2\text{)}.$$

$$\Delta P_{tp}^h = 29,12 + 0,074 = 26,1 \text{ (kg/m}^2\text{)}.$$

$$\text{Vậy tổng tổn thất: } \Sigma \Delta P_{tp} = \Delta P_{tp}^h + \Delta P_{tp}^d = 26,1 + 28,84 = 54,94 \text{ (kg/m}^2\text{)}.$$

Bảng 3 Thống kê hệ số sức cản cục bộ trên đoạn ống hút

	Chi tiết	ξ	Số lượng	$\Sigma \xi$	Tổng
Tổn thất trên đoạn ống hút	Ống lấy gió ngoài 4 chóp ($l/h=1; \alpha=30^\circ$)	3,6	1	3,6	4,6
	Van điều chỉnh lưu lượng 3 cánh $\alpha=20^\circ$	0,8	1	0,8	
	Loa áp quạt	0,1	1	0,1	
	Chuyển tiết diện	0,1	1	0,1	

Từ lưu lượng $L = 34600 \text{ (m}^3/\text{h)}$ và tổn thất $\sum \Delta P_{tp} = 54,94 \text{ (kg/m}^2)$ và dựa vào biểu đồ đặc tính và kích thước của một số loại quạt thông dụng (phụ lục 4 _ [3]). Ta chọn được loại quạt cần là quạt II 4-70 N⁰12 có các thông số: số vòng quay $n = 400 \text{ (vòng/phút)}$ và hiệu suất quạt $\eta = 73 \text{ (\%)}$.

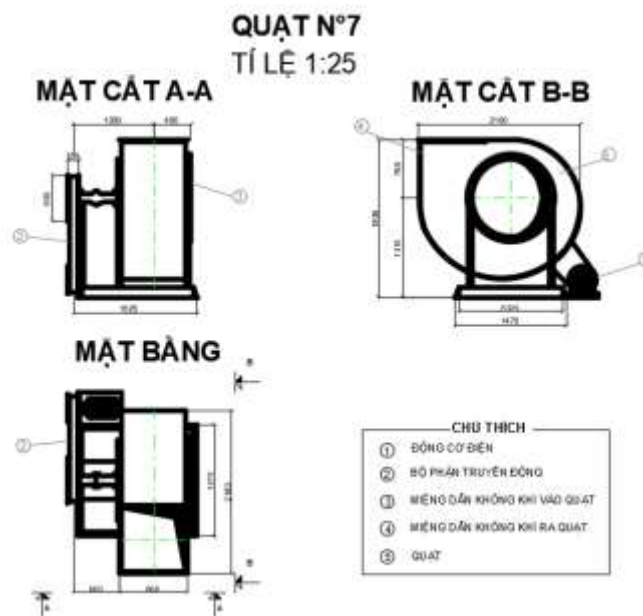
$$\text{Công suất động cơ điện: } N = \frac{K \times L_k \times \Delta P_{tp}}{3600 \times 102 \times \eta \times \eta_{truc} \times \eta_{trd}} = \frac{1,1 \times 34600 \times 54,94}{3600 \times 102 \times 0,73 \times 0,96 \times 0,9} = 9,03 \text{ kW}$$

Trong đó:

η_{tr} : hệ số kể đến tổn thất trong ổ trục, ổ bi, ($\eta_{tr} = 0,95 - 0,97$) chọn $\eta_{tr} = 0,96$.

η_{trd} : hệ số truyền động giữa động cơ và quạt, ($\eta_{trd} = 0,9 - 0,95$) chọn $\eta_{trd} = 0,9$.

Bảng kích thước của quạt II 4-70 N⁰12 (Phụ lục 2.5).



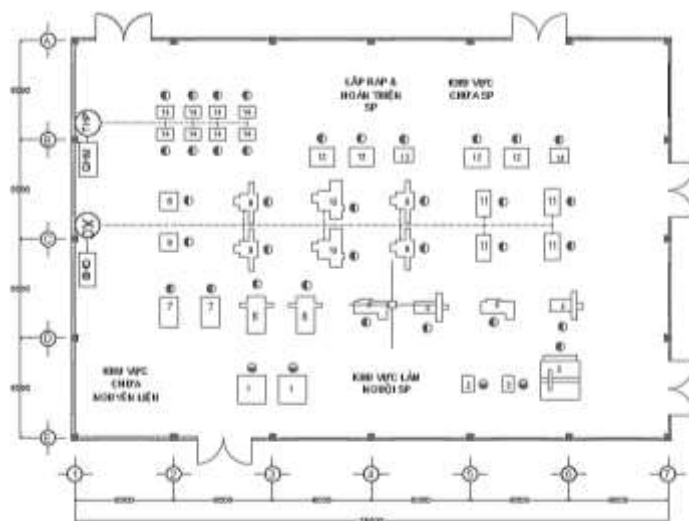
Hình 3.4 Chi tiết quạt II 4-70 N⁰12

3.5. Tính toán thủy lực và lựa chọn thiết bị cho hệ thống hút cục bộ

3.5.1. Lựa chọn phương án và tính toán thủy lực

a. Lựa chọn phương án

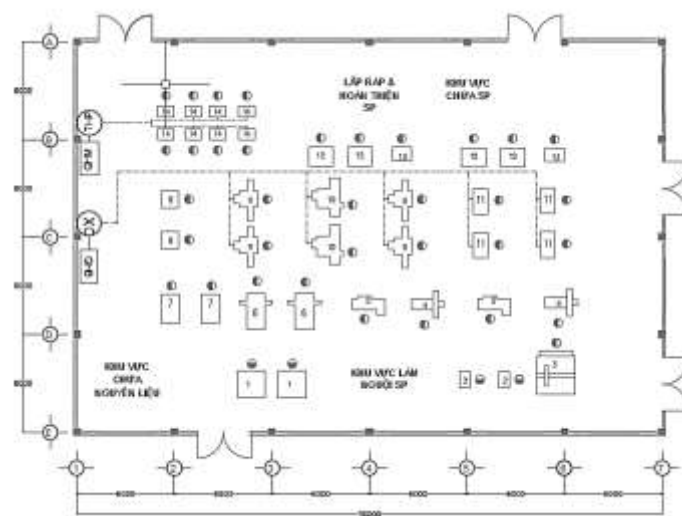
Với vị trí thiết bị phát sinh ra bụi và khí độc trong nhà máy ta tiến hành vạch tuyến cho hệ thống thông gió cục bộ trong phân xưởng, với hai phương án như sau:



Hình 3.5 Vạch tuyến hệ thống hút cục bộ phương án 1

Ưu điểm: Phù hợp với không gian nhà máy, không vướng các chương ngại vật dễ thi công, lắp đặt và vận hành.

Nhược điểm: Tổn thất áp lực ít.



Hình 3.6 Vạch tuyến hệ thống hút cục bộ phương án 2

Ưu điểm: Không vướng các chương ngại vật.

Nhược điểm: Phức tạp, tổn thất áp lực lớn, khó thi công lắp đặt.

=> So sánh ưu và nhược điểm của hai phương án trên em lựa chọn phương án 1 vì:

- Đơn giản dễ thi công, lắp đặt vận hành.

- Ít tổn thất áp lực.
- Phù hợp với không gian nhà máy.

b. Tính toán thủy lực

Phương pháp xử lý cục bộ là lắp miệng hút trực tiếp trên nguồn phát thải bụi và khí độc. Bụi và khí độc được dẫn theo mương ngầm đi dưới đất đến xyclon, tháp hấp thụ để xử lý trước khi xả ra ngoài môi trường.

Mương gạch ngầm xây bằng bê tông xi có độ nhám $K = 1,5$ hệ số hiệu chỉnh tổn thất áp suất ma sát theo nhiệt độ $t = 34,4$ ($^{\circ}\text{C}$) thì $\eta = 0,98$ (bảng 4.1 và bảng 4.2_ [3]).

Cách tính toán và tra thủy lực giống như hệ thống thổi, đơn giản và tiện lợi nhất là tính đường kính tương đương theo diện tích. Ống chữ nhật $a \times b$ quy sang ống tròn d_{td} sao cho diện tích không khí trong đó bằng nhau.

$$d_{td} = \sqrt{\frac{4.a.b}{\pi}}$$

3.5.2. Lựa chọn thiết bị xử lý bụi

a. Thiết bị xử lý bụi

Bụi chủ yếu là bụi kim loại nên ta sử dụng phương pháp ly tâm để lấy bụi ra ngoài, đây là phương pháp sử dụng lực ly tâm để lắng hạt bụi vào thiết bị và bụi được lấy ra ngoài thông qua các van, trong phương pháp lọc bụi kiểu ly tâm có các thiết bị thường được sử dụng là: thiết bị lọc bụi ly tâm kiểu nằm ngang và thiết bị lọc bụi ly tâm kiểu đứng. Đặc trưng của loại này là xyclon.

Ưu điểm: cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, vận hành dễ dàng, kích thước gọn nhẹ tiết kiệm mặt bằng, hiệu suất lọc khá cao đối với các hạt bụi có kích thước >10 (μm), giá thành chế tạo rẻ, làm việc được ở áp suất và nhiệt độ cao.

Nhược điểm: hiệu quả lọc thấp đối với các hạt bụi có kích thước nhỏ < 5 (μm), trở lực đi qua thiết bị lớn, công suất động cơ cao hơn.

Phạm vi ứng dụng: đối với loại thiết bị lọc bụi bằng xyclon thường dùng để lọc các hạt bụi có kích thước vừa và lớn (lọc thô, dùng cho lọc sơ cấp).

b. Tính toán thủy lực

Các công thức tính toán:

$$\text{Đường kính tương đương: } D_{td} = \sqrt{\frac{4 \cdot b \cdot h}{\pi}} \quad (\text{trang 129- [3]})$$

Trong đó: a: chiều ngang, b: chiều cao

$$n = a/b$$

$$\text{Dựa vào } n = a/b \text{ như trên ta có: } \varepsilon = 0,564 \times \frac{n+1}{n^{0,5}}$$

Dựa vào D_{td} và lưu lượng hút bụi L. Dùng bảng tra để tra R_0, v, P_d .

$$R_{thực} = R_0 \cdot \varepsilon$$

$$\text{Áp suất động } \Delta P_d = \frac{v^2 \cdot g}{2g} \gamma$$

Tổn thất áp suất ma sát trên cả đoạn ống theo công thức: $\Delta P_{ms} = R \times l \quad (\text{kg/m}^2)$

Trong đó:

R: Tổn thất áp suất ma sát đơn vị ứng với điều kiện tiêu chuẩn tính cho 1m dài của ống, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{m}$

l: Chiều dài của đoạn ống, (m)

Tổn thất áp suất cục bộ, theo công thức: $\Delta P_{cb} = \sum \xi \times P_d \quad (\text{kg/m}^2)$

Trong đó:

$\sum \xi$ là hệ số sức cản cục bộ (tra bảng)

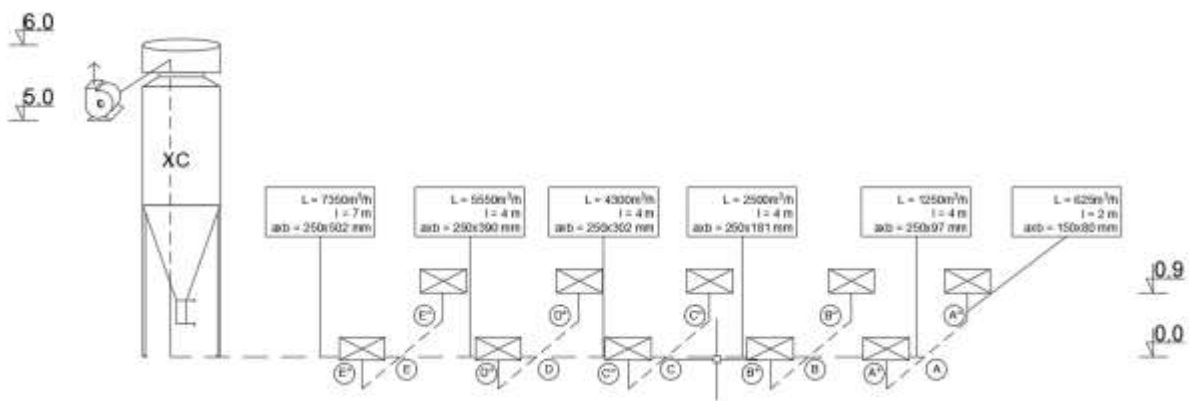
P_d : là áp suất động của dòng chảy trong ống, kg/m^2 .

Tổn thất áp suất toàn phần $\Delta P_{tp} = \Delta P_{cb} + \Delta P_{ms} \quad (\text{kg/m}^2)$

Kết quả tính toán:

Bảng tính thủy lực tuyến ống chính của hệ thống hút bụi (Phụ lục 2.6).

c. Sơ đồ không gian



Hình 3.7 Sơ đồ không gian hệ thống hút bụi phương án 1

d. Tính toán thiết bị xử lý

Dựa vào lưu lượng không khí cần lọc, hiệu quả lọc, tổn thất áp suất, diện tích và không gian chiếm chỗ và giá thành thiết bị. Hiện nay xyclon được chế tạo sẵn với nhiều kích thước và các thông số kỹ thuật quan trọng để đặc được những tính năng ưu việt. Vì đây là bụi kim loại có trọng lượng lớn nên chỉ cần dùng xyclon khô để lắng bụi, chọn xyclon khô LIOT.

Với lưu lượng tính toán là $L = 7350 \text{ [m}^3/\text{h]} = 2,04 \text{ (m}^3/\text{s)}$ chọn xyclon khô liot với các thông số kỹ thuật sau: (mục c_trang 41_ [6]).

Số hiệu: 4

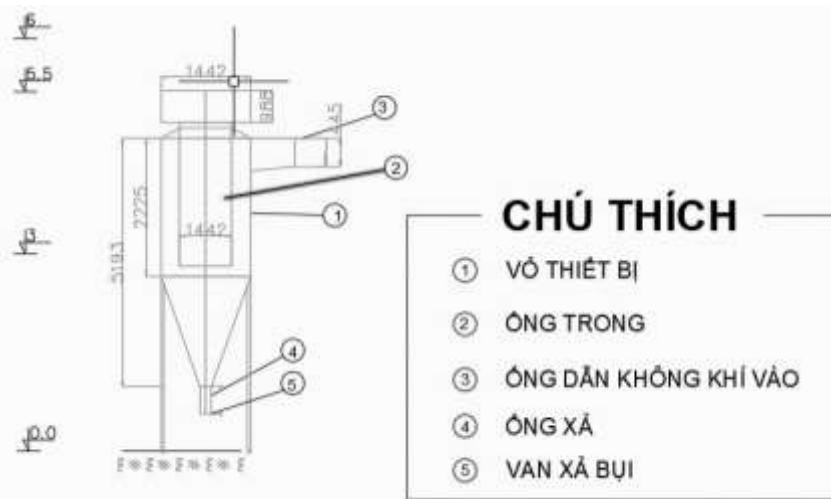
+ D = 845 mm; d = 445 mm

+ Lưu lượng: 6670-10000 m³/h

+ Sức cản thủy lực: 20-50 kg/m²

+ Vận tốc ban đầu vào xyclon là: $V_k = \frac{L}{3,14 \times (\frac{d}{2})^2} = \frac{2,04}{3,14 \times (\frac{0,445}{2})^2} = 13,13 \text{ (m/s)}$

(V_k nằm trong khoảng vận tốc cho phép $v = 12 \div 18 \text{ m/s}$)



Hình 3.8 Chi tiết cấu tạo xyclon LIOT

Nguyên lý hoạt động của xyclon: Không khí mang bụi vào được đưa vào phần trên của xyclon bằng ống số 3 lắp theo phương tiếp tuyến với vỏ ngoài hình trụ 1 của xyclon. Nhờ thế dòng không khí sẽ chuyển động xoắn ốc bên trong vỏ hình trụ và hạ dần về phía

dưới khi gặp phần đáy hình phễu dòng không khí bị đẩy ngược lên, trong khi đó nó vẫn giữ nguyên chuyển động xoắn ốc và thoát ra ngoài qua số 4. Trong quá trình chuyển động xoắn ốc, các hạt bụi chịu tác động của lực ly tâm làm cho chúng có xu hướng tiến dần về phía vỏ hình trụ hoặc đáy hình phễu rồi chạm vào thành thiết bị và rơi xuống dưới, bụi sẽ được xả ra tại van số 5 ra bên ngoài.

e. Chọn quạt cho hệ thống hút bụi

Tính toán chọn quạt tương tự như hệ thống thổi với tổng tổn thất áp suất trên đoạn ống chính là $\Sigma\Delta P = 49,81$ (kg/m²) và lưu lượng không khí tính toán cần hút ra khỏi phòng là: $L = 7350$ (m³/h).

Tổng tổn thất áp lực toàn hệ thống của quạt hút bụi là:

$$\Delta P_{tp} = \Delta P_{mương\ chính} + \Delta P_{cyclon} = 49,81 + 8 = 57,74 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

Từ lưu lượng $L = 7350$ (m³/h) và tổn thất $\Sigma\Delta P_{tp} = 57,74$ (kg/m²) và dựa vào biểu đồ đặc tính và kích thước của một số loại quạt thông dụng (phụ lục 4 [3]). Ta chọn được loại quạt cần là quạt hút bụi IPII 7-40 N⁰⁷ có các thông số: số vòng quay $n = 710$ (vòng/phút) và hiệu suất quạt $\eta = 59$ (%).

$$\text{Công suất động cơ điện: } N = \frac{K \times L_k \times \Delta P_{tp}}{3600 \times 102 \times \eta \times \eta_{truc} \times \eta_{trd}} = \frac{1,1 \times 7350 \times 57,74}{3600 \times 102 \times 0,59 \times 0,96 \times 0,9} = 2,49 \text{ (kW)}$$

Trong đó:

K: hệ số dự trữ ($K = 1,05 \div 1,15$). Chọn $K = 1,1$

η_{tr} : hệ số kể đến tổn thất trong ổ trục, ổ bi, ($\eta_{tr} = 0,95 - 0,97$) chọn $\eta_{tr} = 0,96$.

η_{trd} : hệ số truyền động giữa động cơ và quạt, ($\eta_{trd} = 0,9 - 0,95$) chọn $\eta_{trd} = 0,9$.

Bảng thống kê các kích thước của quạt hút bụi IPII 7-40 N⁰⁷ (phụ lục 2.7).

3.5.3. Tính toán hệ thống xử lý hơi độc

a. Lựa chọn thiết bị xử lý khí độc

Quá trình mạ cần sử dụng hóa chất làm phát sinh ra hơi độc, vì vậy cần được xử lý nhằm đảm bảo sức khỏe cho công nhân và môi trường làm việc trong lành.

Có rất nhiều phương pháp xử lý hơi độc nhưng có 2 phương pháp hấp phụ và hấp thụ.

Chọn phương pháp hấp phụ bằng than hoạt tính với những ưu và nhược điểm sau:

Ưu điểm:

-Có độ bền cơ học cao, làm sạch và thu hồi khối nhiều chất ô nhiễm.

-Thuận tiện trong việc thay thế và vận chuyển.

Nhược điểm:

-Khó tái sinh nếu bị đóng cặn, không hiệu quả khi dòng khí có chứa bụi.

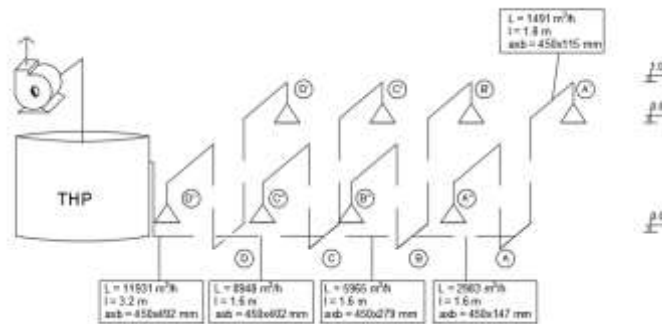
-Khi hoàn nguyên chất hấp phụ sẽ sinh ra chất thải ô nhiễm thứ cấp.

-Dễ sinh ra bốc cháy do dòng khí có nhiệt độ cao.

b. Tính toán thủy lực

Kết quả bảng tính thủy lực tuyến ống chính của hệ thống xử lý khí độc (Phụ lục 2.6).

c.Sơ đồ không gian



Hình 3.9 Sơ đồ không gian hệ thống xử lý hơi độc của phương án 1

d.Tính toán thiết bị xử lý

Tính toán thiết bị hấp phụ (mục 13.2.3_ [9]).

Với lưu lượng xử lý: $L = 11931 \text{ (m}^3\text{/h)} = 3,314 \text{ (m}^3\text{/s)}$.

Sử dụng than hoạt tính để hấp phụ, chọn cỡ hạt 1-3,5 (mm) có thể tích hấp phụ của lỗ rỗng là $0,45 \text{ (cm}^3\text{/g)}$ (Bảng 13.5_ [9]).

Với lượng than sử dụng cho tháp mỗi ngày là $0,01 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$.

Chọn thời gian sau mỗi lần thay than hoạt tính là 4 tháng.

Chọn thời gian lưu trong thiết bị là: $t = 3\text{s}$ ($t = 1 \div 6 \text{ s}$).

Chọn vận tốc khí đi qua lớp vật liệu: $\omega = 0,5 \text{ (m/s)}$ ($\omega = 0,1-0,5 \text{ [m/s]}$) (mục 13.2.3_ [9]).

Thể tích vật liệu hấp phụ: $V = L.t = 3,33.3 = 9,94 \text{ (m}^3\text{)}$.

Chiều cao vật liệu hấp phụ: $H = \omega.t = 0,5.3 = 1,5 \text{ (m)}$.

Tiết diện ngang của lớp vật liệu hấp phụ: $F_{hp} = V / H = 9,94/1,5 = 6,63 \text{ (m}^2\text{)}$.

Tiết diện ngang của tháp bằng vật liệu hấp phụ bằng tiết diện ngang của tháp.

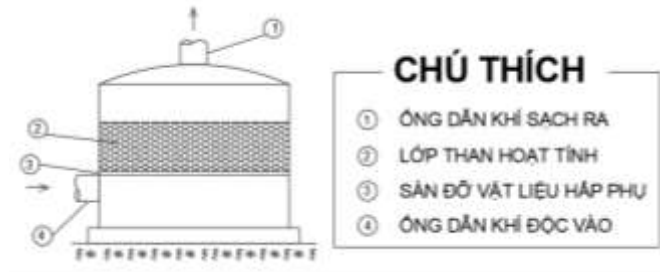
Đường kính thiết bị hấp phụ: $D = \sqrt{\frac{4.F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4.6,63}{\pi}} = 2,91 \text{ (m)}$.

Chiều cao phần trên lớp vật liệu hấp phụ 0,7 (m).

Chiều cao phía dưới lớp vật liệu hấp phụ 1(m).

Chiều cao xây dựng của thiết bị: $H_{xd} = H + h_{bv} + h_d = 1,5 + 0,7 + 1 = 3,2$ (m).

Hệ thống đường ống dẫn khí vào và ra tháp hấp phụ chọn $D = 500$ (mm).



Hình 3.10 Cấu tạo thiết bị hấp phụ bằng than hoạt tính

Nguyên lý hoạt động: Khí, mùi phát sinh trong quá trình sản xuất được hút, theo hệ thống mương dẫn tới thiết bị hấp phụ. Khí đi vào thiết bị từ phía dưới, khí, hơi độc đi qua lớp than hoạt tính được giữ lại trên bề mặt lớp than nhờ khả năng rắn, xốp của than hoạt tính. Không khí sạch tiếp tục đi qua hết lớp vật liệu lọc theo ống dẫn phía trên ra quạt hút và được đẩy ra ngoài môi trường.

Ta sử dụng 2 lớp than hoạt tính, 1 để làm việc, 1 dự phòng. Sau khi lớp than hoạt tính 1 bị bão hòa thì dừng làm việc, thay lớp than hoạt tính thứ 2 và tiến hành giải hấp phụ lớp thứ 1, quá trình lặp lại theo chu kì 4 tháng 1 lần.

e. Chọn quạt cho hệ thống xử lý hơi độc

Tổng tổn thất áp lực tuyến ống chính hệ thống hút hơi độc là: $\Delta P = 37,17$ (kg/m²).

Trở lực qua thiết bị $\Delta P = 2,752$ (kg/m²).

Tổng trở lực $\Delta P_{tp} = 3,79 + 37,17 = 40,97$ (kg/m²).

Từ lưu lượng $L = 11931$ (m³/h) và tổn thất $\sum \Delta P_{tp} = 40,97$ (kg/m²) và dựa vào biểu đồ đặc tính và kích thước của một số loại quạt thông dụng (phụ lục 4 _ [3]). Ta chọn được loại quạt cân là quạt hút bụi ЛП 7-40 N⁰⁷ có các thông số: số vòng quay $n = 640$ (vòng/phút) và hiệu suất quạt $\eta = 51$ (%).

$$\text{Công suất động cơ điện: } N = \frac{K \times L_k \times \Delta P_{tp}}{3600 \times 102 \times \eta \times \eta_{truc} \times \eta_{trd}} = \frac{1,1 \times 11931 \times 40,97}{3600 \times 102 \times 0,51 \times 0,96 \times 0,9} = 3,61 \text{ (kW)}$$

Trong đó:

K: hệ số dự trữ ($K = 1,05 \div 1,15$). Chọn $K = 1,1$

η_{tr} : hệ số kể đến tổn thất trong ổ trục, ổ bi, ($\eta_{tr} = 0,95 - 0,97$) chọn $\eta_{tr} = 0,96$.

$\eta_{trđ}$: hệ số truyền động giữa động cơ và quạt, ($\eta_{trđ} = 0,9-0,95$) chọn $\eta_{trđ} = 0,9$.
Các kích thước của quạt hút bụi LII 7-40 N⁰7 (Phụ lục 2.7).

Chương 4: TÍNH TOÁN KHUẾCH TÁN Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ

4.1. Thông số tính toán

4.1.1. Đặc điểm nguồn thải và thành phần sản phẩm cháy

Bảng 4.1 Thông số của nguồn thải

Ống khói	Loại nhiên liệu	B [kg/h]	h [m]	Nhiệt độ khói [°C]
1	Dầu FO	1100	11,5	148
2	Dầu FO	1052	11	167
3	ThanCam 5QN	1070	10,5	157
4	ThanCam 5QN	1084	11,5	169

Bảng 4.2 Thống kê thành phần nhiên liệu của 4 ống khói

Nhiên liệu	Cp	Hp	Np	Op	Sp	Ap	Wp
Dầu FO – 1100	83,4	10	0,2	0,2	2,9	0,3	3
Dầu FO – 1052	83,4	10	0,2	0,2	2,9	0,3	3
ThanCam 5QN – 1070	53	3	1,2	3,8	0,5	31	7,5
ThanCam 5QN – 1084	53	3	1,2	3,8	0,5	31	7,5

4.1.2. Đặc điểm điều kiện khí tượng tự nhiên tại thành phố HN

a) Mùa hè

Nhiệt độ ngoài công trình: $t_N^H = 29,4$ [°C] (nhiệt độ không khí trung bình của tháng cao nhất - tháng 7 ở HN, bảng A.2 [3]).

Độ ẩm: $\varphi_{tt}^H = 80,7$ [%] (độ ẩm tương đối của không khí trung bình vào tháng 7 ở HN, bảng A.10_[3]).

Vận tốc gió mùa hè: $v_{\text{gió}}^H = 1,8$ [m/s] (lấy theo trạm HN, bảng A.15_[3]).

Từ 2 giá trị $t = 29,4$ [$^{\circ}\text{C}$] và $\varphi = 80,7$ [%] (tra biểu đồ I-d_[4]) ta có $d = 22$ [g/kgKK].

Hướng gió chính là hướng Đông Nam (bảng A.16_[3])

b) Mùa đông

Nhiệt độ ngoài công trình: $t_N^D = 16,6$ [$^{\circ}\text{C}$] (nhiệt độ không khí trung bình cao nhất tháng 1 ở HN, bảng A.2_[3]).

Độ ẩm: $\varphi_{tt}^D = 79,9$ [%] (độ ẩm tương đối của không khí trung bình vào tháng 1 ở HN, bảng A.10_[3]).

Vận tốc gió mùa đông: $v_{\text{gió}}^D = 1,9$ [m/s] (lấy theo trạm HN, bảng 2.15_[3]).

Từ 2 giá trị $t = 21,5$ [$^{\circ}\text{C}$] và $\varphi = 84,2$ [%] (tra biểu đồ I-d_[4]) ta có $d = 13,6$ [g/kgKK].

Hướng gió chính là hướng Tây Bắc (bảng A.16_[3])

4.2. Tính sản phẩm cháy

4.2.1. Xác định thể tích khí thải

Kết quả bảng tính toán sản phẩm cháy của các ống khói (phụ lục 3.1)

4.2.2. Xác định tải lượng chất ô nhiễm

Kết quả bảng tính toán tải lượng chất ô nhiễm của các ống khói (phụ lục 3.1)

4.3. Hiệu suất xử lý của nhà máy

Nồng độ phát thải:

$$C = \frac{M}{L_t}$$

Trong đó:

M – tải lượng ô nhiễm [g/m³]

L_t – Lưu lượng khói (SPC) ở điều kiện thực tế [m³/s]

Kết quả bảng tính nồng độ phát thải của các ống khói (phụ lục)

Áp dụng QCVN 19:2009/BTNMT là Quy chuẩn kỹ thuật Quốc Gia về khí thải công nghiệp nồng độ tối đa cho phép của bụi và các chất vô cơ, ta sẽ tính toán theo công thức sau: $C = K_v \cdot K_p \cdot C_{QC19}$

Trong đó:

C_{cf} – nồng độ tối đa cho phép của bụi và các chất vô cơ trong khí thải công nghiệp, tính bằng miligam trên mét khối khí thải chuẩn [mg/Nm^3]

K_v – hệ số vùng, khu vực tại thành phố HN (mục 2.4 – [10])

Vì thành phố HN thuộc đô thị loại I $\Rightarrow K_v = 0,6$

K_p – hệ số lưu lượng nguồn thải quy định tại mục 2.2 – [10]

Ta có L_t [m^3/s] tải lượng chất ô nhiễm đã tính ở phần sản phẩm cháy. Muốn xác định được K_p ta phải quy đổi đơn vị ở L_t [m^3/s] sang L_t [m^3/h], hệ số được xác định ở bảng sau:

Bảng 4.3 Hệ số K_p của 4 ống khói

Thông số	Ống khói 1		Ống khói 2		Ống khói 3		Ống khói 4	
	1100		1052		1070		1084	
L_t (m^3/s)	7.42	7.16	7.41	7.16	3.91	3.77	4.07	3.93
L_t (m^3/h)	26699	25782	26686	25770	14069	13585	14651	14147
K_p	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1

C_{QC19} – Nồng độ của bụi và các chất vô cơ quy định tại mục 2.2 – [10]

Tính nồng độ tối đa cho phép của bụi và các chất vô cơ trong khí thải, so sánh với cột A và tính hiệu suất xử lý ta có kết quả như bảng sau:

Nồng độ của bụi và các chất vô cơ trong khí thải được quy đổi sang nồng độ phát thải ô nhiễm ở mét khối chuẩn 25 [$^{\circ}C$] như sau:

$$C_{25^{\circ}C} = \frac{C_{T_{khối}} \cdot 1000 \cdot (273+25)}{273 + T_{khối}} \text{ [mg/Nm}^3\text{]}$$

Công thức xác định hiệu suất xử lý:

$$\eta = \frac{(C - C_{cf})}{C} \text{ [%]}$$

Trong đó:

C – nồng độ phát thải của ống khói [mg/Nm^3]

C_{cf} – nồng độ cho phép xả thải ra ngoài môi trường [mg/Nm^3]

Kết quả tính toán nồng độ phát thải và hiệu suất xử lý khí thải của 4 ống khói

Bảng 4.4. Tính toán nồng độ phát thải và hiệu suất xử lý khí thải

	Thông số	Nồng độ phát thải		QCVN 19:2009/BTNMT	C cho phép [mg/Nm ³]	Hiệu suất xử lý η %	
		Mùa hè	Mùa đông			Mùa hè	Mùa đông
Ống khói 1	SO ₂	1690,17	1750,25	1500	810	52,08	53,72
	CO	1701,04	1761,50	1000	540	68,25	69,34
	CO ₂	-	-	-	-	-	-
	NO _x	155,57	161,10	1000	540	Đạt	Đạt
	Bụi	43,75	45,30	400	216	Đạt	Đạt
Ống khói 2	SO ₂	1547,35	1602,35	1500	810	47,65	49,45
	CO	1557,30	1612,65	1000	540	65,32	66,51
	CO ₂	-	-	-	-	-	-
	NO _x	160,80	166,52	1000	540	Đạt	Đạt
	Bụi	40,05	41,47	400	216	Đạt	Đạt
Ống khói 3	SO ₂	526,66	545,44	1500	900	Đạt	Đạt
	CO	1953,68	2023,32	1000	600	69,29	70,35
	CO ₂	-	-	-	-	-	-
	NO _x	165,40	171,30	1000	600	Đạt	Đạt
	Bụi	8169,59	8460,77	400	240	97,06	97,16
Ống khói 4	SO ₂	498,45	516,22	1500	900	Đạt	Đạt
	CO	1849,04	1914,95	1000	600	67,55	68,67
	CO ₂	-	-	-	-	-	-
	NO _x	156,91	162,50	1000	600	Đạt	Đạt
	Bụi	7732,01	8007,60	400	240	96,90	97,00

Ta có nhận xét:

Đối với ống khói 1: nồng độ SO₂, CO vượt so với quy chuẩn.

Đối với ống khói 2: nồng độ SO₂, CO vượt so với quy chuẩn.

Đối với ống khói 3: nồng độ Bụi, CO vượt so với quy chuẩn.

Đối với ống khói 4: nồng độ Bụi, CO vượt so với quy chuẩn.

Vì vậy phải có biện pháp xử lý trước khi thải ra môi trường.

4.4. Tính toán đường kính ống khói

Ta có công thức: $\omega = \frac{L_t}{F} = \frac{4 \cdot L_t}{\pi \cdot D^2}$ [8]

Suy ra: $D = \sqrt{\frac{4 \cdot L_t}{\pi \cdot \omega}}$

Trong đó:

L_t – Lưu lượng khói (SPC) ở điều kiện thực tế

ω nằm trong khoảng 8-16 [m/s], ta chọn 8 [m/s]

Đối với ống khói 1 vào mùa hè:

Ta có: $D = \sqrt{\frac{4 \cdot L_t}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,48}{3,14 \cdot 8}} = 1$ [m] => Chọn $D = 1$ [m]

=> Vận tốc phụt ra khỏi miệng ống thực tế: $\omega = \frac{4 \cdot L_t}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 6,48}{3,14 \cdot 1^2} = 8,25$ [m/s] (nằm trong khoảng 8 – 16 m/s)

Vậy $D = 1$ là hợp lý

Áp dụng tính toán tương tự cho các ống khói 2, 3, 4 (phụ lục 3.2)

4.5. Tính chiều cao hiệu quả của ống khói

Chiều cao hiệu quả của ống khói được xác định theo công thức:

$$H = h + \Delta h$$

Trong đó:

h - Chiều cao thực của ống khói, [m].

Δh - Độ nâng của trục vệt khói, được xác định theo công thức Davidson:

$$\Delta h_t = D \cdot \left(\frac{\omega}{u}\right)^{1,4} \cdot \left(1 + \frac{\Delta T}{T_{khói}}\right) \text{ [m]} \text{ (mục 3.2 – [8])}$$

Trong đó:

D - đường kính của miệng ống khói, [m].

ω - vận tốc phụt ra khỏi miệng ống khói, [m/s]. $\omega = \frac{L_t}{F} = \frac{4L_t}{\pi D^2}$ [m], Chọn 8

L_t - lưu lượng khói thải ở điều kiện thực tế, [m³/s].

U_z - vận tốc gió ở chiều cao miệng ống khói: $u_z = u_{10} \left(\frac{h}{10}\right)^n$ [m/s].

Trong đó:

u_{10} - vận tốc gió ở độ cao 10 [m]. lấy thông số vận tốc ta tra được ở QCVN 02:2009/BXD

n - hệ số phụ thuộc vào độ gồ ghề của mặt đất và cấp ổn định của khí quyển. Ứng với cấp ổn định là cấp C và chọn độ gồ ghề của mặt đất là $Z_0 = 0,1$ m thì ta có $n = 0,11$.

$T_{\text{khói}}$ - nhiệt độ khói thải, [°K].

$\Delta T_{\text{khói}}$ - độ chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ khói thải $T_{\text{khói}}$ và nhiệt độ môi trường xung quanh: $\Delta T_{\text{khói}} = T_{\text{khói}} - T_{\text{xq}} = t_{\text{khói}} - t_{\text{xq}}$

t_{xq} - nhiệt độ không khí của môi trường.

Từ công thức trên, ta tính toán được bảng chiều cao hiệu quả của 4 ống khói (phụ lục 3.2)

4.6. Xác định nồng độ khuếch tán $C_{x,y}$ và C_x của nguồn thải theo mô hình Gauss

4.6.1. Tóm tắt mô hình Gauss

Nồng độ chất ô nhiễm dọc theo trục gió đi qua chân của ống khói tại tọa độ bất kỳ trên mặt đất theo chiều gió thổi qua chân nguồn thải ($y = 0, z = 0$) được xác định theo công thức:

$$C_x = \frac{M'}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \text{EXP}\left(\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}\right) \text{ [g/m}^3\text{]}$$

Nồng độ chất ô nhiễm trên mặt đất ($z = 0$) xác định theo công thức:

$$C_{x,y} = \frac{M'}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \text{EXP}\left[\frac{-1}{2} \left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{H^2}{\sigma_z^2}\right)\right] \text{ [g/m}^3\text{]}$$

Trong đó:

M' - tải lượng ô nhiễm còn lại sau khi đã xử lý [g/m³]

$$M' = \frac{M \cdot (100 - \eta)}{100}$$

H - Chiều cao hiệu quả của ống khói [m]

u - vận tốc gió ở chiều cao miệng ống khói [m/s]

y - khoảng cách từ các điểm tính trên mặt ngang theo chiều vuông góc với trục vệt khói cách tìm vệt khói [m]

σ_z, σ_y - hệ số khuếch tán của khí quyển theo phương ngang z, y được xác định theo biểu đồ hoặc công thức thực nghiệm, m

Công thức xác định σ_z, σ_y :

$$\text{Hệ số khuếch tán } \sigma_z: \sigma_z = \frac{H}{\sqrt{2}} \Rightarrow \sigma_z = b \cdot X_{\text{max}}^c + d \Rightarrow X_{\text{max}}$$

$$\text{Hệ số khuếch tán } \sigma_y: \sigma_y = a X_{\text{max}}^{0,894}$$

Trong đó:

x - khoảng cách xuôi theo chiều gió kể từ nguồn, km

a, b, c, d là hệ số phụ thuộc vào cấp độ ồn định của khí quyển (theo công thức martin trang 85_[7]). Với cấp độ ồn định loại C ta có $a = 104$, $b = 61$, $c = 0.911$, $d = 0$.

Chương 5: THIẾT KẾ HỆ THỐNG XỬ LÝ KHÍ THẢI

Dựa vào dữ liệu đề bài và tính toán sản phẩm cháy, hiệu suất xử lý của các chất ô nhiễm theo QCVN 19:2009/BTNMT cho cả bốn ống khói, được phân tích như sau:

Ống khói 1, 2 nhiên liệu là dầu FO sẽ sinh ra SO_2

Ống khói 3,4 nhiên liệu là than sẽ sinh ra bụi

Từ bảng tính hiệu suất được tính ở trên, ta đưa ra kết luận: hai chất SO_2 , CO đều vượt QCVN 19:2009/BTNMT và có hiệu suất đều lớn hơn 0. Còn bụi chỉ có ống 3, ống 4 vượt QCVN 19:2009/BTNMT và có hiệu suất đều lớn hơn 0.

Kết luận: phân xưởng phải xử lý SO_2 , CO, bụi. Riêng CO việc xử lý khó khăn nên khi giảm CO thường dùng cải tiến thiết bị hoặc thay đổi công nghệ và kiểm soát điều kiện làm việc để nâng cao hiệu suất của quá trình cháy nhiên liệu tạo điều kiện để quá trình cháy diễn ra hoàn toàn.

Lựa chọn xử lý SO_2 của ống khói 1 vào mùa hè ($\eta = 52,08\%$) và xử lý bụi của ống khói 3 vào mùa hè ($\eta = 97,06\%$) vì hiệu suất của hai ống này tương đối lớn so với các ống còn lại. Từ đó, ta sẽ chọn thiết bị xử lý phù hợp với hợp chất SO_2 và bụi

5.1. Các phương pháp xử lý bụi và SO_2

5.1.1. Các phương pháp xử lý bụi

Có hai phương pháp xử lý bụi: phương pháp khô và phương pháp ướt

❖ Phương pháp khô (mục 3.1.1_ [8])

Phương pháp trọng lực (Buồng lắng bụi)

Buồng lắng bụi làm việc dựa vào việc lắng các hạt bụi trong môi trường với việc giảm tốc độ hỗn hợp không khí và bụi một cách đột ngột khi vào buồng. Các hạt bụi mất động năng và rơi xuống dưới tác dụng của trọng lực. Những hạt bụi kích thước lớn thường rơi và nằm đầu thiết bị. Kích thước nhỏ rơi xuống nằm sau thiết bị.[8]

Phương pháp này hiệu suất lọc bụi không cao 40-60%, lắng bụi thô kích thước hạt (60-70) μm . Tiết diện buồng lắng lớn, kích thước thiết bị to, chiếm diện tích nhiều. [8]

❖ Phương pháp ly tâm

a) Thiết bị lọc bụi ly tâm kiểu nằm ngang

Không khí mang bụi đi vào thiết bị được các cánh hướng dòng tạo chuyển động xoáy ở đây lực ly tâm được sản sinh và nó tác dụng lên các hạt bụi và đẩy bụi ra xa lõi hình trụ rồi chạm vào thành ống bao và thoát ra qua khe hình vành khăn vào nơi tập trung bụi. Dòng khí đi từ đầu này ra đầu kia của thiết bị trên cùng một chiều. [8]

Thiết bị này sử dụng cánh hướng dòng nên lực tạo ra không mạnh và cánh này rất hay hư hỏng, Nguyên lý đi cùng chiều hiệu quả xử lý sẽ không cao, vì thiết bị nằm ngang nên tổn diện tích. [8]

b) Thiết bị lọc bụi ly tâm kiểu đứng (xyclon)

Không khí mang bụi vào thiết bị. Nhờ ống dẫn lắp theo phương tiếp tuyến, khi vào không khí sẽ chuyển động xoắn ốc bên trong trong thân hình trụ của Xyclon tại đây xuất hiện lực ly tâm nên có xu hướng tiến dần về phía thành ống của thân hình trụ, chạm vào thành khi đó khí sạch và bụi sẽ được tách ra. Khí sẽ dội ngược trở lên vẫn giữ được chuyển động xoắn ốc rồi thoát ra ngoài nhờ bên trong thân hình trụ có ống thoát khí sạch lắp cùng trục đứng với thân hình trụ. Còn bụi sẽ được xả ra ở phía dưới. [9]

Ưu điểm:

- + Hiệu suất xử lý cao: 65-85%, đối với bụi có đường kính $\geq 10 \mu m$
- + Hiệu quả làm việc của lực ly tâm mạnh nhờ dòng khí đi vào thiết bị theo phương tiếp tuyến
- + Chế tạo đơn giản, vận hành dễ
- + Chiếm ít không gian lắp đặt.

Nhược điểm:

- + Không thể lọc sạch khí đối với các hạt bụi có kích thước nhỏ hơn $5 \mu m$
- + Tổn thất áp suất trong thiết bị cao (vì vận tốc dòng khí đều đi vào thiết bị lớn)
- + Thành phần bị mài mòn nhanh.

Phương pháp lọc bụi kiểu quán tính

Nguyên lý cơ bản được áp dụng để chế tạo thiết bị thiết bị lọc bụi quán tính là làm thay đổi chiều hướng chuyển động của dòng khí liên tục, lặp đi lặp lại bằng nhiều loại vật cản có hình dáng khác nhau.

Khi dòng đổi hướng chuyển đổi thì bụi do có sức quán tính lớn sẽ giữ hướng chuyển động ban đầu của mình và va đập vào các vật cản rồi bị giữ lại ở đó hoặc mất động năng rồi rơi xuống đáy thiết bị [8]

Ưu điểm: tổn thất áp suất nhỏ

Nhược điểm: chỉ thu bụi hiệu quả với các hạt có kích thước trên $20 \mu m$, thiết bị bị mài mòn cao, mặt sàng có thể bị bụi tích tụ bụi kín.

Phương pháp lọc bụi kiểu tĩnh điện

Cấu tạo: gồm một dây kim loại nhẵn điện bé được căng theo trục của ống kim loại nhờ có trọng lực. Dây kim loại được cách điện hoàn toàn với các bộ phận xung quanh và được nạp điện một chiều với điện thế cao (50 000V trở lên). Đó là cực âm của thiết bị. Cực dương là ống kim loại bao bọc xung quanh âm và được nối đất. [8]

Nguyên lý: Dưới điện thế cao mà dây kim loại (cực âm) được nạp, nó sẽ tạo ra bên trong ống cực dương một điện trường mạnh và khi dòng khí mang bụi qua, những phân tử trong dòng khí sẽ bị ion hóa rồi truyền điện tích âm cho các hạt bụi dưới tác động đập quán tính. Các hạt bụi bị hút về phía cực dương, đọng lại trên bề mặt ống, mất điện tích rồi rơi xuống phễu.[8]

Ưu điểm:

Lọc bụi có kích thước rất nhỏ, hiệu quả lọc cao (95-99)%

Có thể tự động hóa, cơ khí hóa hoàn toàn

Nhược điểm:

Bụi và thiết bị phải khô

Giá thành thiết bị cao, vận hành phải tay nghề cao, khi bị hư hỏng thì sửa chữa rất khó khăn tốn kém

Đòi hỏi có nguồn điện cao áp 50-100kV. Với điện áp cao như vậy sẽ tạo ra khí NO_x , ozon....

Rất nguy hiểm nếu bộ phận cách điện không đảm bảo

❖ Phương pháp ướt (mục 3.1.2_[8])

Quá trình lọc bụi theo phương pháp này dựa trên nguyên lý tiếp xúc giữa dòng khí mang bụi với chất lỏng, bụi trong dòng khí bị chất lỏng giữ lại và thải ra ngoài dưới dạng cặn bùn. Chất lỏng phổ biến được dùng trong thiết bị này là nước [8]

Ưu điểm:

- + Dễ chế tạo , giá thành thấp, hiệu quả lọc bụi không cao
- + Lọc hiệu quả các hạt có kích thước từ 0,1 đến $200\mu m$
- + Có thể làm việc với khí có nhiệt độ và độ ẩm cao
- + Lọc được cả khí độc hại bằng quá trình hấp thụ

Nhược điểm:

- + Vì có cặn bùn được thải do đó phức tạp cho hệ thống thoát nước và xử lý khí thải
- + Dòng khí thoát ra từ thiết bị lọc độ ẩm có thể gây han gỉ thiết bị đường ống
- + Khí thải chứa các chất ăn mòn (axit) cần phải bảo vệ thiết bị và hệ thống đường ống bằng sơn chống gỉ gây tốn kém.

5.1.2. Các phương pháp xử lý SO_2

Bao gồm hai phương pháp là phương pháp hấp thụ và phương pháp hấp phụ (mục B _trang 82 [8])

a. Hấp thụ khí SO_2 bằng nước: Là phương pháp đơn giản để loại bỏ khí SO_2 trong khí thải, nhất là trong khói từ các lò công nghiệp.

Ưu điểm: rẻ tiền, dễ tìm, hoàn nguyên được.

Nhược điểm:

- + Hiệu suất không cao 50 %
- + Mức độ hòa tan của khí SO_2 trong nước giảm khi nhiệt độ nước tăng cao, do đó nhiệt độ nước cấp vào hệ thống hấp thụ khí SO_2 phải đủ thấp.
- + Muốn giải thoát khí SO_2 khỏi nước thì nhiệt độ nước cao phải nung nóng lên đến $100 [^{\circ}C]$ vì thế tốn rất nhiều năng lượng, chi phí nhiệt lớn.

b. Hấp thụ khí SO_2 bằng dung dịch sữa vôi: Là phương pháp được áp dụng rất rộng rãi trong công nghiệp vì hiệu quả xử lý cao, nguyên liệu rẻ tiền.

Ưu điểm:

- + Hiệu quả hấp thụ SO_2 bằng sữa vôi đạt 90-98% [8]
- + Công nghệ đơn giản, chi phí đầu tư ban đầu không lớn, chi phí vận hành thấp
- + Nguyên liệu vôi được sử dụng một cách hoàn toàn, cụ thể từ cặn bùn từ hệ thống xử lý khí thải ra có thể làm chất kết dính trong xây dựng

Nhược điểm: đóng cặn ở thiết bị do tạo thành CaSO_4 và CaSO_3 gây tắc nghẽn các đường ống và ăn mòn thiết bị.

c. Xử lý khí SO_2 bằng ammoniac: Phương pháp này hấp thụ khí SO_2 bằng dung dịch ammoniac tạo muối amoni sunfit và amoni bisunfit. ở Việt Nam phương pháp này Việt Nam ít sử dụng vì thu được lưu huỳnh đơn chất ít và phức tạp.

Ưu điểm: Hiệu quả cao, chất hấp thụ dễ kiếm và thu được muối amoni sunfit và amoni bisunfit là các sản phẩm cần thiết.

Nhược điểm: rất tốn kém, chi phí đầu tư và vận hành rất cao.

d. Xử lý khí SO_2 bằng magie oxit:

Ưu điểm: Có thể làm sạch khí nóng mà không cần làm lạnh sơ bộ, thu được axit sunfuric như là sản phẩm của sự thu hồi, hiệu quả xử lý cao, MgO dễ kiếm và rẻ.

Nhược điểm: Quy trình công nghệ phức tạp, vận hành khó, chi phí cao, tổn hao MgO khá nhiều.

e. Xử lý khí SO_2 bằng kẽm oxit:

Ưu điểm: Có thể làm sạch khí ở nhiệt độ khá cao (200- 50 [$^{\circ}\text{C}$]).

Nhược điểm: Có thể hình thành ZnSO_4 làm cho việc tái sinh ZnO bất lợi về kinh tế nên phải thường xuyên tách chúng ra và bổ sung lượng ZnO tương đương.

f. Hấp phụ khí SO_2 bằng than hoạt tính

Ưu điểm: Sơ đồ hệ thống đơn giản, có thể áp dụng được cho mọi quá trình công nghệ có thải khí SO_2 một cách liên tục hay gián đoạn, cho phép làm việc được với khí thải có nhiệt độ cao (trên 100 [$^{\circ}\text{C}$]).

Nhược điểm: Tùy thuộc vào quá trình hoàn nguyên có thể là tiêu hao nhiều vật liệu hấp phụ hoặc sản phẩm thu hồi được có lẫn nhiều axit sunfuric và tận dụng khó khăn, phải xử lý tiếp mới sử dụng được.

5.2. Lựa chọn thiết bị xử lý bụi và SO_2

a. Thiết bị xử lý bụi

Căn cứ vào hiệu suất cần xử lý $H = 97,06\%$ và lưu lượng cần phải xử lý $L_t = 3,91$ $[m^3/s] = 14069$ $[m^3/h]$ của ống khói 3. Mỗi phương pháp đều có ưu điểm, nhược điểm riêng, nhưng ta phải chọn sao cho phù hợp với hiệu suất cần xử lý, phạm vi áp dụng của nó, không gian của phân xưởng, điều kiện kinh tế. Đối với các phương pháp được phân tích ở trên thì phương pháp lọc bụi li tâm, hay lọc bụi bằng điện hoặc lọc bụi kiểu ướt đều hoàn toàn áp dụng được. Tuy nhiên nếu muốn đạt hiệu quả xử lý cao, phương pháp bằng lọc bụi bằng điện và phương pháp ướt làm được. Tuy nhiên trong khâu vận hành phát sinh thêm các yếu tố cần xử lý như điện năng- lọc bụi bằng điện; xử lý bùn cặn-lọc bụi kiểu ướt.

Phương pháp lọc bụi bằng phương pháp li tâm trong khâu vận hành đơn giản, chi phí bảo dưỡng, thiết kế không phức tạp mà hiệu suất cũng đủ đảm bảo yêu cầu đặt ra. Đối với phương pháp li tâm tôi lựa chọn xử lý bằng hệ thống xử lý bằng xyclon chùm để tăng hiệu suất làm việc, lưu lượng xử lý, đảm bảo yêu cầu đầu ra.

Xyclon chùm là tổ hợp nhiều xyclon kiểu đứng. Số lượng các xyclon con trong xyclon chùm có thể lên đến hàng trăm chiếc

Ưu điểm của thiết bị:

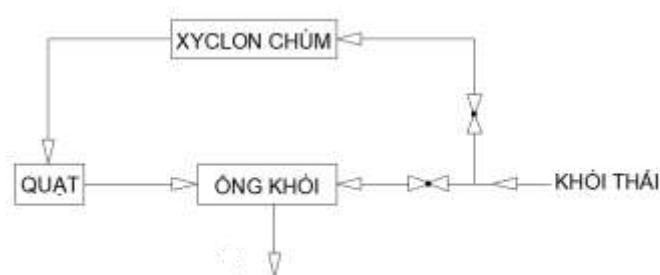
Hiệu suất xử lý cao, $\eta \geq 96$ [%] đối với bụi có kích thước lớn như bụi than (trang 129 – tập 2 [9])

Lọc được các hạt bụi có kích thước nhỏ $\geq 10[\mu m]$

Chế tạo đơn giản

Cấu tạo gọn nhẹ

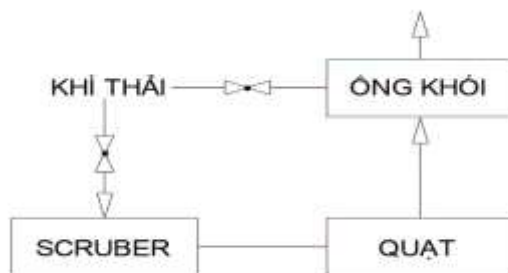
Sơ đồ hệ thống



Hình 5.1 Sơ đồ hệ thống xử lý bụi

b. Thiết bị xử lý SO_2

Căn cứ vào hiệu suất cần xử lý $H = 52,08\%$, lưu lượng cần xử lý $L_t = 7,42 \text{ [m}^3/\text{s]} = 26699$

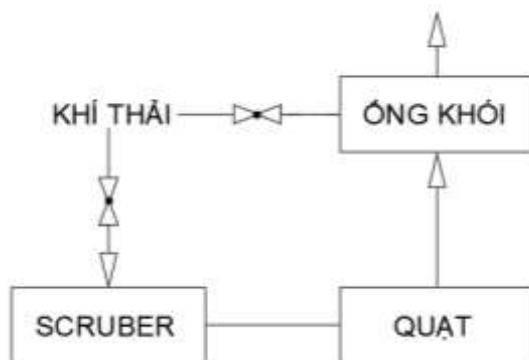


$[\text{m}^3/\text{h}]$ của ống khói 1. Dựa vào ưu, nhược điểm của từng phương pháp, phải chọn sao cho phù hợp với hiệu suất cần xử lý, phạm vi áp dụng của nó, không gian của phân xưởng, điều kiện kinh tế. Đối với các phương pháp được phân tích ở trên thì tôi chọn lựa chọn thiết bị xử lý SO_2 là tháp hấp thụ có vật liệu đệm (Scrubber) với dung dịch hấp thụ là nước vì nó có các ưu điểm sau:

Hiệu quả hấp thụ của nước $\approx 50\%$ [8]

- + Nước là nguyên liệu có giá thành không cao, dễ tìm nên phương pháp này áp dụng khá nhiều
- + Máy móc dễ chế tạo, vận hành
- + Chi phí chế tạo không cao
- + Xử lý được với các khoảng nhiệt độ dao động
- + Xử lý được nhiều loại khí và hỗn hợp khí thải

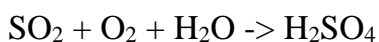
Sơ đồ hệ thống



Hình 5.2 Sơ đồ hệ thống xử lý SO_2

Dòng khí chứa SO₂ từ lò đốt theo đường ống dẫn vào thiết bị xử lý là tháp lọc có vật liệu đệm. Khí thải đi từ dưới lên, dung dịch hấp thụ đi từ trên xuống nhờ hệ thống phun làm ẩm ướt toàn bộ bề mặt lớp vật liệu đệm. Vật liệu đệm là các khâu trụ rỗng có kích thước 25x3. Ở đây ta sử dụng vật liệu đệm là các khâu sứ được đổ lộn xộn. Khi khí thải đi qua lớp vật liệu đệm đã được phun ướt thì nó sẽ bị giữ lại khí thải theo ống dẫn ra ngoài.

Phản ứng hóa học xảy ra trong quá trình xử lý như sau:



Trong tháp, quá trình hấp thụ xảy ra, hợp chất SO₂ bị nước giữ lại. Khí sạch đi ra ngoài, nước cuốn theo bị giữ lại ở tấm chắn còn khí sạch thoát ra ngoài thiết bị.

Dung dịch axit qua bơm được đưa vào thiết bị trao đổi nhiệt. Tại đây, nhiệt độ được đưa lên 100⁰C, SO₂ và nước thoát ra dạng hơi được đưa vào tháp giải thoát khí để khí SO₂ thoát ra sau đó thiết bị ngưng tụ để ngưng tụ phần hơi nước còn lại.

c. Thiết bị xử lý bụi

Hệ thống lọc bụi túi vải là một giải pháp tách bụi công nghiệp hiệu quả cao, gồm buồng chứa túi lọc bằng vải kỹ thuật căng trên khung kim loại, quạt hút tạo áp suất đưa khí thải qua lớp vải để giữ lại các hạt bụi mịn (1–10 μm), sau đó khí sạch được thải ra ngoài. Định kỳ, máy nén khí và van điện từ phun xung ngược vào bên trong túi, tạo sóng xung kích tách bụi bám rơi xuống phễu gom; bụi tiếp tục được xả ra ngoài qua van quay mà không làm gián đoạn quá trình lọc. Thiết bị dễ dàng bảo trì, thay thế túi đơn giản, đáp ứng lưu lượng lớn và yêu cầu hiệu suất $\geq 97,06\%$.

5.3. Tính toán hệ thống xử lý khí thải

5.3.1. Tính toán Xyclon chùm

Do hệ thống xử lý khí thải bằng hệ thống Xyclon chùm mà mỗi Xyclon đơn là loại đã được thiết kế sẵn, với các kích thước đã được tính toán theo tỷ lệ của đường ống dẫn vào (mục 7.7.3_[8]).

Các thông số tính toán ban đầu:

Lưu lượng cần xử lý: $L_t = 3,91 \text{ (m}^3/\text{s)} = 14069 \text{ (m}^3/\text{h)} \Rightarrow$ Chọn thiết bị là Xyclon chùm.

Chọn Xyclon con bằng gang, đường kính qui ước $D_{qu}=150 \text{ (mm)}$ với cánh hướng dòng loại chân vịt 8 cánh $\alpha = 30^0$.

Bảng 5.1 Các kích thước của Xyclon

Loại cánh hướng dòng	Đường kính quy ước D_{qr}	Vật liệu	A	B	C	H	E	F	G	d	d_1	d_2	δ
Chân vịt	150	gang	100	190	325	625	200	175	160	148	83	55	8

Lưu lượng cực đại của một Xyclon con $L = 251 \div 294$ (m^3/h). Chọn $L = 251$ (m^3/h) (Bảng 7.9-Trang 128 _ [8]).

Số lượng Xyclon con: $n = \frac{13585}{251} = 56,05 \Rightarrow$ Chọn 64 chiếc.

Bố trí các Xyclon thành 8 hàng, mỗi hàng có 8 chiếc. Kích thước mỗi cạnh tiết diện ngang hình vuông của Xyclon chùm là: $K = 1500$ (mm); $M = 180$ (mm); $N = 120$ (mm) (Bảng 7.10-Trang 128_[8])

Bề cao của ống dẫn khí vào khi vận tốc dòng khí vào là $v_{vào} = 10$ (m/s).

$$I = \frac{L}{v_{vào}[(M-d_1)n+0,06]} = \frac{3,91}{10 \cdot [(0,18-0,083) \cdot 8 + 0,06]} = 0,48 \text{ (m)}$$

Trong đó:

L : lưu lượng khí cần lọc của xyclon chùm (m^3/s).

n : số lượng xyclon con trong một dãy ngang so với chiều chuyển động của dòng khí.

M, d_1 : các kích thước cho ở bảng 7.10 và 7.8 một cách tương ứng.

$v_{vào}$: vận tốc dòng khí trên tiết diện sống của dãy xyclon con đầu tiên $v_{vào} = 10 \div 14$ (m/s)

chọn $v_{vào} = 10$ (m/s).

Vận tốc quy ước khi đi qua Xyclon đường kính $d = 150$ (mm).

$$V = \frac{4 \cdot L}{n \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 3,91}{64 \cdot \pi \cdot 0,15^2} = 3,34 \text{ (m/s)}$$

Vận tốc cản khí động của riêng bản thân Xyclon chùm là:

$$\Delta P = \xi \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 = 65 \cdot \frac{0,83}{2} \cdot 3,34^2 = 301 \text{ (Pa)} = 31 \text{ (mmH}_2\text{O)} = 31 \text{ (kG/m}^2\text{)}$$

Trong đó:

Khối lượng đơn vị của khí ở nhiệt độ $t_{khói} = 157$ °C.

$$\rho = 0,464 \cdot \frac{P}{273+t} = 0,464 \cdot \frac{760+5}{273+157} = 0,83 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

ξ : Hệ số sức cản cục bộ. Đối với loại cánh hướng dòng chân vịt $\alpha = 30^\circ \Rightarrow \xi = 65$. (Trang 129_[8]).

v: Vận tốc quy ước của dòng khí.

Tính toán thủy lực:

*Tổn thất dọc đường

Gồm tổn thất ma sát qua đường ống đẩy và đường ống hút:

$$\Delta P_{ms} = R.l.\eta.n$$

Trong đó:

R: Tổn thất ma sát trên 1(m) dài của đường ống ứng với đường kính hình tròn ở điều kiện tiêu chuẩn (Phụ lục 6_[3]).

l: chiều dài đoạn ống tính toán, (m)

η : hệ số hiệu chỉnh tổn thất áp suất ma sát phụ thuộc vào nhiệt độ. Với nhiệt độ khối thải $t=157^\circ\text{C}$ (Tra bảng 4.1-Trang 124_[3]) được $\eta = 0,8$.

n: hệ số hiệu chỉnh độ sai, $n=1$.

Từ lưu lượng $L= 14076 \text{ (m}^3/\text{h)}$ và nhiệt độ khối $t = 157 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ta chọn đường kính ống dẫn $d = 630 \text{ (mm)}$ sau đó tra phần mềm DH-Ven 2 (phần mềm tổn thất ma sát) $\Rightarrow v = 12,55 \text{ (m/s)}$, $R = 0,219 \text{ (kg/m}^2.\text{m)}$, $P_a = 9,63 \text{ (kg/m}^2)$.

Bảng 5.2 Thông số tính toán tổn thất dọc đường hệ thống xử lý bụi

Ống	Đường kính ống (mm)	Tổng chiều dài (m)	Tổn thất ma sát R (kG/m ² .m)	Vận tốc (m/s)	Hệ số η	ΔP_{ms} (kG/m ²)
Ống hút	630	18	0,14	12,55	0,8	2,02
Ống đẩy	630	5,8	0,14	12,55	0,8	0,65

Vậy tổng tổn thất dọc đường: $\Delta P_{ms} = \Delta P_{ms}^h + \Delta P_{ms}^d = 2,02 + 0,65 = 2,67 \text{ (kG/m}^2)$

Tổn thất cục bộ

Công thức xác định tổn thất cục bộ: $\Delta P_{cb} = \Sigma \xi \times \frac{v^2}{2g} \times \gamma$

Trong đó:

$\Sigma \xi$: Tổng hệ số sức cản cục bộ của đoạn ống tính toán (Bảng 5.3)

$P_d = \frac{v^2}{2g} \gamma$: Áp suất động (đã tra phân mềm ở trên).

Bảng 5.3 Thống kê hệ số sức cản cục bộ thiết bị trong hệ thống xử lý bụi

Đoạn ống	Chi tiết	ξ	Số lượng	$\Sigma \xi$	Tổng
Hút	Ngoặc 90 (R = 1,5D)	0,4	4	1,6	2,45
	Phễu thu hẹp	0,1	1	0,1	
	Phễu mở rộng	0,05	1	0,05	
	Loa (nối vào quạt)	0,1	1	0,1	
	Chuyển tiết diện	0,1	2	0,2	
	Van điều chỉnh 2 cánh (ngiên 10 ⁰)	0,4	1	0,4	
Đẩy	Ngoặc 60 (R = 1,5D)	0,3	1	0,3	0,4
	Côn chuyển tiết diện	0,1	1	0,1	

Tổng tổn thất áp suất cục bộ trên đường ống hút và đẩy:

$$\Sigma \Delta P_{cb} = \Delta P_{cb}^H + \Delta P_{cb}^D = (2,45 \times 6,32) + (0,4 \times 6,32) = 18,01 \text{ (kG/m}^2\text{)}$$

Tổn thất qua thiết bị

Tổn thất qua 1 Xyclon chùm được tính theo cách chọn thiết bị ở trên là:

$$\Delta P_{tb} = 31 \text{ (mmH}_2\text{O)} = 31 \text{ (kG/m}^2\text{)}$$

Tổn thất áp suất toàn phần của hệ thống:

$$\Delta P_{tp} = \Delta P_{ms} + \Delta P_{cb} + \Delta P_{tb} = 2,67 + 18,01 + 31 = 51,68 \text{ (kG/m}^2\text{)}$$

Lựa chọn quạt và động cơ truyền động

Dựa vào lưu lượng $L = 14076 \text{ m}^3/\text{h}$, tổn thất áp suất toàn phần của hệ thống $\Delta P_{tp} = 51,68 \text{ (kG/m}^2\text{)}$ đã tính ở trên, biểu đồ đặc tính và kích thước của một số loại quạt thông dụng (Phụ lục 4 [3]).

Từ đó ta chọn được loại quạt cần là quạt II 4-70 N⁰⁸ với các thông số sau: Hiệu suất quạt $\eta = 77\%$, số vòng quay $n = 710$ (vòng/phút).

$$\text{Công suất động cơ điện: } N = \frac{K \times L_k \times \Delta P_{tp}}{3600 \times 102 \times \eta \times \eta_{truc} \times \eta_{trd}} = \frac{1,1 \times 14076 \times 51,68}{3600 \times 102 \times 0,77 \times 0,96 \times 0,9} = 3,27 \text{ (kW)}$$

Trong đó:

K: hệ số dự trữ ($K = 1,05 \div 1,15$). Chọn $K = 1,1$

η_{tr} : hệ số kể đến tổn thất trong ổ trục, ổ bi, ($\eta_{tr} = 0,95 - 0,97$) chọn $\eta_{tr} = 0,96$.

η_{trd} : hệ số truyền động giữa động cơ và quạt, ($\eta_{trd} = 0,9 - 0,95$) chọn $\eta_{trd} = 0,9$.

Các kích thước của quạt hút bụi IJ 4-70 N⁰8 (Phụ lục 3.9).

5.3.2. Tính toán tháp hấp thụ

Tính toán thiết bị:

Lưu lượng thải của ống khói là: $L_t = 7,42 \text{ [m}^3/\text{s]}$.

Thể tích của tháp: $V = L.T \text{ [m}^3]$

Với T là thời gian lưu khí lại trong thiết bị; $T = 1 - 3 \text{ [s]}$, chọn $T = 1 \text{ s}$ (vì hiệu suất phải cần đi xử lý là 53,72%) $\Rightarrow V = 7,42 \cdot 1 = 7,42 \text{ [m}^3]$.

Chiều cao công tác của thiết bị: $H_{CT} = \omega.T = 2 \cdot 2 = 4 \text{ [m]}$.

Trong đó:

T - thời gian lưu khí lại trong thiết bị ($T = 1 - 3 \text{ [s]}$), chọn $T = 1 \text{ [s]}$

ω - vận tốc dòng khí qua thiết bị ($\omega = 1 - 3 \text{ [m/s]}$), chọn $\omega = 2 \text{ [m/s]}$ (vì hiệu suất phải cần đi xử lý là 53,72%)

Diện tích tiết diện ngang của scrubber mà không khí đi qua: $F = \frac{V}{H} = \frac{7,16}{4} = 1,79 \text{ [m}^2]$.

Đường kính của thiết bị: $D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,79}{\pi}} = 1,5 \text{ [m]}$; chọn $D = 2 \text{ [m]}$.

Chiều cao xây dựng của scrubber: $H = H_{CT} + h_1 + h_2 = 4 + 0,5 + 1 = 5,5 \text{ [m]}$.

Trong đó:

h_1 - chiều cao lắp đặt phía trên thiết bị ($h_1 = 0,5 - 1 \text{ [m]}$), chọn $h_1 = 0,5 \text{ [m]}$.

h_2 - chiều cao lắp đặt phía dưới thiết bị ($h_2 = 0,7 - 1,2 \text{ [m]}$), chọn $h_2 = 1 \text{ [m]}$.

Trong thiết bị scrubber có lớp vật liệu rỗng, có khả năng hấp thụ SO₂ cao. Để tăng khả năng hấp thụ SO₂ trong thiết bị và tăng hiệu suất xử lý ta chọn chiều cao của lớp vật liệu rỗng là 1[m].

Chọn chiều cao từ mép trên của lớp vật liệu đệm đến mép dưới tấm chắn nước 0,85 [m].

Chọn chiều cao lớp chắn nước $h_{cn} = 0,2 \text{ [m]}$

Chọn chiều cao phun mưa $h_m = 0,6 \text{ [m]}$.

Chọn chiều cao từ mép dưới ống dẫn khí ra đến mép trên tấm chắn nước 0,25 [m].

Tính toán đường ống:

Lưu lượng thải trong ống $L = 7,42 \text{ [m}^3/\text{s]} = 26699 \text{ [m}^3/\text{h]}$, chọn đường kính ống dẫn $d = 900 \text{ [mm]}$, ta tra bảng tra ta có $v = 14,76 \text{ [m/s]}$, $R = 0,221 \text{ [kg/m}^2/\text{m]}$ và $P_d = 13,51 \text{ [kg/m}^2]$

Lượng nước cần cung cấp cho quá trình xử lý: $t = 0,5 \text{ [h]}$

$$m_{H_2O} = 2 \cdot L \cdot t = \frac{2 \cdot 26699 \cdot 0,5}{1000} = 26,7 \text{ [m}^3]$$

Tính thể tích bể chứa nước:

Chọn chiều cao bể là: $h = 1,0 \text{ (m)}$.

Chọn chiều cao bảo vệ là: $h_{bv} = 0,5 \text{ (m)}$.

Chiều cao xây dựng bể là $h_{xd} = h + h_{bv} = 1,5 \text{ (m)}$.

$$\text{Diện tích bể là } F = \frac{V}{h} = \frac{26,7}{1,5} = 17,8 \text{ (m}^2)$$

Giả sử: Châm nước tuần hoàn cho bể mà không phải đổ đầy như đúng kích thước

Chọn bể có kích thước $L = 4,7 \text{ (m)}$; $B = 2,7 \text{ (m)}$.

$$\text{Suy ra: } F = L \cdot B = 4,7 \cdot 2,7 = 12,69 \text{ m}^2$$

Thể tích chứa được khi đầy mực nước 1,5 m

$$V_0 = F \cdot h = 12,69 \cdot 1,5 = 19,035 \text{ m}^3$$

Thể tích thiếu cần bù trong quá trình

$$\Delta V = V - V_0 = 26,7 - 19,035 = 7,665 \text{ m}^3.$$

Giả sử bù đủ ΔV trong t_0 :

$$Q_{bù} = \frac{\Delta V}{t_0} = \frac{7,665}{1} = 7,665 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (2,1 l/s)}$$

Vậy thời gian cần bù thêm nước là 1h ngay sau khi mực nước xuống dưới 1,5m. Sử dụng cảm biến để báo nước tự động châm vào bể chứa.

Tính tổn thất của hệ thống:

Do tổn thất ma sát nhỏ nên có thể bỏ qua chỉ tính tổn thất cục bộ

Trong đó:

ΔP_{tp} : tổng tổn thất, $[\text{kg/m}^2]$.

ΔP_{ms} : tổn thất áp suất ma sát trên cả đoạn ống, $\Delta P_{ms} = R \cdot l \text{ [kg/m}^2]$.

ΔP_{cb} : tổn thất áp suất cục bộ, $\Delta P_{cb} = \sum \xi \cdot P_d \text{ [kg/m}^2]$.

Bảng 5.1 Thống kê hệ số sức cản cục bộ trên đoạn ống hút của hệ thống xử lý SO_2

	Chi tiết	ξ	Số lượng	$\Sigma \xi$	Tổng
	Van điều chỉnh (lá chắn)	0,3	1	0,3	1,55

Tổng thất trên đoạn ống hút	Ngoặt 45 ⁰ (R= 1,5D)	0,25	1	0,25
	Ngoặt 90 ⁰ (R= 1,5D)	0,4	2	0,8
	Loa áp quạt	0,1	1	0,1
	Chuyển tiết diện	0,1	1	0,1

$$\Delta P_{tp} = \Delta P_{ms} + \Delta P_{cb} = R \cdot l + \sum \xi \cdot P_d = 0,221 \cdot 14,8 + 1,55 \cdot 13,51 = 24,21 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

Đối với đường ống đẩy:

Hệ số sức cản cục bộ trên đường ống gồm:

Côn chuyển tiết diện từ vuông sang tròn: 1 cái $\xi_0 = 0,1$.

Ngoặt 45⁰ (R= 1,5D): 1 cái: $\xi_0 = 0,25$.

$$\Delta P_{tp} = \Delta P_{ms} + \Delta P_{cb} = R \cdot l + \sum \xi \cdot P_d = 0,221 \cdot 7 + (0,1+0,25) \cdot 13,51 = 6,27 \text{ [kg/m}^2\text{]}.$$

Tổng thất áp suất toàn phần của hệ thống:

Tổng thất áp suất trung bình qua Scrubber có lớp đệm là $\Delta P_{tb} = 153 \text{ (kG/m}^2\text{)}$ (Bảng 11.6-trang 262_[8]).

$$\Delta P_{tp} = \Delta P_{ms} + \Delta P_{cb} + \Delta P_{tb} = 2,07 + 12,56 + 153 = 167,63 \text{ (kG/m}^2\text{)}$$

Lựa chọn quạt:

Quạt được chọn đáp ứng với yêu cầu: $L = 26699 \text{ [m}^3\text{/h]}$, $\Delta P_{tp} = 167,63 \text{ [kg/m}^2\text{]}$

Dựa vào biểu đồ đặc tính và kích thước của một số loại quạt thông dụng (phụ lục 4_[4]). Ta chọn quạt II 4-70 N⁰8 có các thông số: số vòng quay $n = 780 \text{ [vòng/phút]}$ và hiệu suất quạt $\eta = 79 \text{ [%]}$.

5.3.3. Tính toán thiết bị lọc bụi túi vải

$$\text{Hiệu suất: } \eta = \frac{C_v - C_{max}}{C_v} = \frac{8169,59 - 240}{8169,59} \cdot 100 = 97,06 \%$$

Đường kính túi $D = 125 - 300 \text{ mm}$, chọn $D = 300 \text{ mm} = 0,3 \text{ m}$ - Chiều cao $l = 2 - 3 \text{ m}$, chọn $l = 3 \text{ m}$ - Diện tích một ống tay áo

$$S_1 = \pi \times D \times l = \pi \cdot 0,3 \cdot 3 = 2,83 \text{ m}^2$$

$$\text{Tổng diện tích bề mặt túi vải: } S = \frac{Q}{v_f \cdot \eta} = \frac{3,91 \cdot 3600}{125 \cdot 0,97} = 112 \text{ m}^2$$

$$\text{Số ống tay áo: } n = \frac{S}{S_1} = \frac{112}{2,83} = 40 \text{ ống. Chọn số ống thiết kế } 49 \text{ ống.}$$

Chọn máy nén khí dùng để rung rũ bụi

- Rung rũ bụi bằng khí nén;

- Thời gian rũ bụi: 2s;

- Lưu lượng khí nén cần để rung rũ = 0,2% Lưu lượng bụi ban đầu

Lưu lượng khí cần làm sạch: $Q = 0,2\% \cdot 14076 = 28 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tính tổn thất của hệ thống:

Do tổn thất ma sát nhỏ nên có thể bỏ qua chỉ tính tổn thất cục bộ

Trong đó:

ΔP_{tp} : tổng tổn thất, $[\text{kg}/\text{m}^2]$.

ΔP_{ms} : tổn thất áp suất ma sát trên cả đoạn ống, $\Delta P_{ms} = R \cdot l \text{ [kg}/\text{m}^2]$.

ΔP_{cb} : tổn thất áp suất cục bộ, $\Delta P_{cb} = \sum \xi \cdot P_d \text{ [kg}/\text{m}^2]$.

Bảng 5.2 Thống kê hệ số sức cản cục bộ trên đoạn ống hút của hệ thống xử lý SO₂

	Chi tiết	ξ	Số lượng	$\Sigma \xi$	Tổng
Tổn thất trên đoạn ống hút	Van điều chỉnh (lá chắn)	0,3	1	0,3	1,55
	Ngoặt 45 ⁰ (R= 1,5D)	0,25	1	0,25	
	Ngoặt 90 ⁰ (R= 1,5D)	0,4	2	0,8	
	Loa áp quạt	0,1	1	0,1	
	Chuyển tiết diện	0,1	1	0,1	

$$\Delta P_{tp} = \Delta P_{ms} + \Delta P_{cb} = R \cdot l + \sum \xi \cdot P_d = 0,221 \cdot 14,8 + 1,55 \cdot 13,51 = 24,21 \text{ [kg}/\text{m}^2]$$

Đối với đường ống đẩy:

Hệ số sức cản cục bộ trên đường ống gồm:

Côn chuyển tiết diện từ vuông sang tròn: 1 cái $\xi_0 = 0,1$.

Ngoặt 45⁰ (R= 1,5D): 1 cái: $\xi_0 = 0,25$.

$$\Delta P_{tp} = \Delta P_{ms} + \Delta P_{cb} = R \cdot l + \sum \xi \cdot P_d = 0,221 \cdot 7 + (0,1+0,25) \cdot 13,51 = 6,27 \text{ [kg}/\text{m}^2]$$

Tổn thất áp suất toàn phần của hệ thống:

Tổn thất áp suất trung bình qua thiết bị là $\Delta P_{tb} = 153$ (kG/m²) (Bảng 11.6-trang 262_[8]).

$$\Delta P_{tp} = \Delta P_{ms} + \Delta P_{cb} + \Delta P_{tb} = 2,07 + 12,56 + 153 = 167,63 \text{ (kG/m}^2\text{)}.$$

Lựa chọn quạt:

Quạt được chọn đáp ứng với yêu cầu: $L = 14069$ [m³/h], $\Delta P_{tp} = 167,63$ [kg/m²]

Dựa vào biểu đồ đặc tính và kích thước của một số loại quạt thông dụng (phụ lục 4_[4]). Ta chọn quạt II 4-70 N⁰⁸ có các thông số: số vòng quay $n = 725$ [vòng/phút] và hiệu suất quạt $\eta = 77$ [%].

Chương 6: GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ

6.1. Xác định nồng độ cực đại C_{\max} theo trực gió

Với nhà máy hoạt động như trên và tải lượng còn lại M' sau khi xử lý đạt QCVN 19:2009/BTNMT thì mới bắt đầu đi tính nồng độ cực đại C_{\max} .

Công thức tính:
$$M' = \frac{M.(100-\eta_1)}{100}, (g/s)$$

Trong đó:

M : là tải lượng ô nhiễm ban đầu, (g/s).

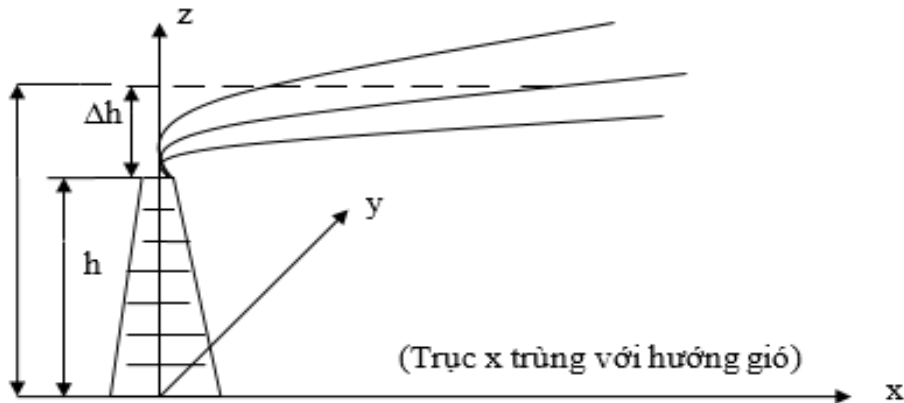
M' : là tải lượng còn lại sau khi xử lý, (g/s).

η_1 : hiệu suất cần xử lý.

Bảng tính tải lượng còn lại sau khi xử lý (phụ lục 4.1).

Xác định nồng độ cực đại trên mặt đất C_{\max} tại khoảng cách x trên trực gió thổi:

$$C_{\max} = \frac{0,1656 \times M'}{u \sigma_y H} \quad (mg/m^3)$$



Hình 6.1 Biểu đồ khuếch tán nồng độ chất ô nhiễm theo trực gió

Kết quả bảng tính nồng độ cực đại C_{\max} của các chất (phụ lục 4.2).

Tính hiệu suất xử lý khi khói thải khuếch tán ra môi trường không khí xung quanh và so sánh nồng độ C_{\max} với giá trị giới hạn các thông số cơ bản theo QCVN 05:2023/BTNMT.

Bảng 6.1 So sánh QCVN 05:2023/BTNMT và xác định hiệu suất cần xử lý của các ống khói

Ống khói	Thông số	Nồng độ cực đại Cmax (mg/m ³)		QCVN 05:2023/BTN MT	Hiệu suất xử lý	
		Mùa hè	Mùa đông		Mùa hè	Mùa đông
1	SO ₂	0.61	0.61	0,35	42.66	42.57
	CO	0.41	0.41	30	Đạt	Đạt
	CO ₂	-	-	-	-	-
	NO _x	0.04	0.04	0,2	Đạt	Đạt
	Bụi	0.03	0.03	0,3	Đạt	Đạt
2	SO ₂	0,88	0,87	0,35	44.92	45.07
	CO	0,58	0,58	30	Đạt	Đạt
	CO ₂	-	-	-	-	-
	NO _x	0,17	0,18	0,2	Đạt	Đạt
	Bụi	0,04	0,04	0,3	Đạt	Đạt
3	SO ₂	0,44	0,45	0,35	Đạt	Đạt
	CO	0,50	0,50	30	Đạt	Đạt
	CO ₂	-	-	-	-	-
	NO _x	0,14	0,14	0,2	Đạt	Đạt
	Bụi	0,20	0,20	0,3	Đạt	Đạt
4	SO ₂	0,40	0,40	0,35	Đạt	Đạt
	CO	0,48	0,47	30	Đạt	Đạt
	CO ₂	-	-	-	-	-
	NO _x	0,13	0,13	0,2	Đạt	Đạt
	Bụi	0,19	0,19	0,3	Đạt	Đạt

=> Nhận xét: Sau khi so sánh với QCVN 05:2023/BTNMT cho thấy được nồng độ SO₂ của ống khói 1 và 2 đã vượt quá quy chuẩn.

6.2. Tính khuếch tán ô nhiễm theo mô hình Gauss

6.2.1. Nồng độ ô nhiễm theo trục gió C_x

Tính hệ số khuếch tán σ_z , σ_y theo công thức: $\sigma_z = bx^c + d = 61x^{0,911}$; $\sigma_y = ax^{0,894} = 104x^{0,894}$
Xác định nồng độ Cx của các chất theo từng nguồn, từng mùa và khoảng cách x theo công thức:

$$C_x = \frac{M'}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \text{EXP} \left(\frac{-H^2}{2\sigma_z^2} \right)$$

Trong đó:

M': tải lượng ô nhiễm còn lại sau khi đã xử lý, (g/s).

H: chiều cao hiệu quả của ống khói, (m).

u: vận tốc gió ở chiều cao miệng ống khói, (m/s).

σ_z , σ_y : hệ số khuếch tán của khí quyển theo phương ngang z, y được xác định theo biểu đồ hoặc công thức thực nghiệm, (m)

6.2.2. Đồ thị biểu diễn nồng độ ô nhiễm theo trục gió Cx

Sử dụng phần mềm DH-Air4 để biểu diễn nồng độ các chất ô nhiễm theo trục gió Cx.

Đồ thị biểu diễn nồng độ các chất ô nhiễm theo trục gió Cx (phụ lục 5).

6.2.3. Nồng độ ô nhiễm Cx,y

$$C_{x,y} = \frac{M'}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \text{EXP} \left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2} \right) \text{EXP} \left(\frac{-H^2}{2\sigma_z^2} \right)$$

Trong đó:

M': tải lượng ô nhiễm còn lại sau khi đã xử lý, (g/s).

H: chiều cao hiệu quả của ống khói, (m).

u: vận tốc gió ở chiều cao miệng ống khói, (m/s).

x: khoảng cách từ nguồn thải (ống khói) tới điểm tính toán theo phương gió thổi.

y: khoảng cách từ điểm tính trên mặt ngang theo chiều vuông góc với trục vệt khói cách tim vệt khói.

z: chiều cao điểm tính toán.


σ_z , σ_y : hệ số khuếch tán của khí quyển theo phương ngang z, y được xác định theo biểu đồ hoặc công thức thực nghiệm, (m).


6.2.4. Mô phỏng khuếch tán ô nhiễm theo Cxy


Dựa vào kết quả tính toán cũng như đồ thị biểu diễn, so sánh nồng độ chất ô nhiễm các ống khói với QCVN 05:2023/BTNMT. Ta thấy nồng độ bụi, SO₂ hỗn hợp khuếch tán theo hướng gió vượt với quy chuẩn cho phép, dẫn đến gây ảnh hưởng chất lượng môi trường không khí xung quanh. Phạm vi khuếch tán của các chất ô nhiễm tương đối rộng.

Sử dụng phần mềm METI-LIS với mục đích mô phỏng khuếch tán ô nhiễm môi trường không khí trên mặt đất. Các vết khuếch tán được thể hiện trong (phụ lục 6).

Chú thích:

 $0,01 < C_{xy}(\text{bụi}) < 0,15 \text{ (mg/m}^3\text{)}; 0,02 < C_{xy}(\text{SO}_2) < 0,17 \text{ (mg/m}^3\text{)}$

 $0,15 < C_{xy}(\text{bụi}) < 0,3 \text{ (mg/m}^3\text{)}; 0,17 < C_{xy}(\text{SO}_2) < 0,35 \text{ (mg/m}^3\text{)}$

 $C_{xy}(\text{bụi}) > 0,3 \text{ (mg/m}^3\text{)}; C_{xy}(\text{SO}_2) > 0,35 \text{ (mg/m}^3\text{)}$

=> Nhận xét: Nồng độ SO₂ của 4 ống khói vượt quá QCVN 05:2023/BTNMT; nồng độ SO₂ của ống khói 1 và 2 vượt quá QCVN 05:2023/BTNMT. Với nồng độ ô nhiễm tại các ống khói vượt quy chuẩn ta cần phải có những giải pháp làm giảm thiểu nồng độ ô nhiễm tại các vết khói đạt mức nhỏ hơn hoặc bằng nồng độ quy chuẩn để đảm bảo hoạt động sản xuất của khu công nghiệp cũng như sinh hoạt của con người. Do đó ta cần phải có những giải pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí để đảm bảo ít ảnh hưởng đến con người và môi trường xung quanh.

6.3. Các giải pháp nhằm kiểm soát ô nhiễm MTKK

6.3.1. Lắp đặt hệ thống xử lý khí thải

Đối với SO₂ của 2 ống khói sau khi xử lý theo QCVN 19:2009/BTNMT rồi phát thải ra ngoài nhưng không đạt QCVN 05:2023/BTNMT => Cần tăng hiệu suất xử lý để đạt QCVN 05:2023/BTNMT.

➤SO₂

Ống khói 1: Ta có $C_{QC05} = 0,35 \text{ (mg/m}^3\text{)} = C_{\max} = \frac{0,1656 \times M'}{u_{\sigma y H}} \Rightarrow M'_{QC05} = 3,56 \text{ (g/s)}$

Nên hiệu suất xử lý SO₂ để đạt QCVN 05:2023/BTNMT đối với ống khói 1 là:

$$M'_{QC05} = \frac{M_{SO_2} \cdot (100 - \eta_{QC05})}{100} \Rightarrow \eta_{QC05} = 95,88\%$$

Ống khói còn lại tính tương tự ống khói 1 ta được kết quả như bảng 6.1

Bảng 6.2 Tăng hiệu suất để đạt QCVN 05:2023/BTNMT

STT	Thông số	Hiệu suất xử lý để đạt QCVN 19:2009/BTNMT η_l (%)	Hiệu suất sau tăng để đạt QCVN 05:2023/BTNMT η_{QC05} (%)
Ống khói 1	SO ₂	52,08	94,74
Ống khói 2	SO ₂	47,65	92,57

Mô phỏng khuếch tán của 4 ống khói vào mùa hè sau khi tăng hiệu suất xử lý (hình 6.2 và 6.3_ phụ lục 6).

=> Nhận xét: Sau khi dùng phương pháp lắp đặt hệ thống xử lý khí thải để tăng hiệu suất của từng ống đạt QCVN 05:2023/BTNMT, ta có thể thấy được 4 ống khói riêng cơ bản là không còn ô nhiễm nữa. Nhược điểm của biện pháp này là phải đầu tư các trang thiết bị xử lý với giá thành cao.

6.3.2. Thay đổi thời gian làm việc

Từ biểu đồ khuếch tán cho ta thấy được việc hoạt động đồng thời của 4 ống khói sẽ làm tăng nồng độ cũng như kích thước các vệt ô nhiễm của các chất. Do đó việc phân bố thời gian làm việc của từng ống khói để tránh các hiện tượng trên là một giải pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường. Vì nồng độ SO₂ của ống khói 4 vượt QCVN 05:2023/BTNMT; dựa vào vị trí khoảng cách của các ống khói ta phân bố thời gian làm việc của các ống khói như sau:

Ống khói 1 và 3 sẽ xả thải cùng thời điểm (hình 6.4 và 6.8_ phụ lục 6).

Ống khói 2 và 4 sẽ xả thải cùng thời điểm (hình 6.5 và 6.9_ phụ lục 6).

=> Nhận xét: Nhìn qua các hình mô phỏng khuếch tán đã nêu trên ta có thể thấy nồng độ SO₂ tuy có giảm bớt so với ban đầu nhưng vẫn vượt QCVN 05:2023/BTNMT. So với việc hoạt động đồng thời cả 4 ống khói cùng một thời điểm thì việc phân bố thời gian làm việc của từng ống sẽ làm giảm bớt nồng độ cũng như kích thước các vệt ô nhiễm của các chất và góp phần giảm chi phí xử lý của các nhà máy.

6.3.3. Nâng chiều cao ống khói

➤SO₂

Với mục đích để giảm nồng độ các chất ô nhiễm xuống dưới so với QCVN 05:2023/BTNMT => Có thể nâng chiều cao ống khói lên để đạt QCVN 05:2023/BTNMT. Tức là để $C_{max} = C_{QC05}$.

Ống khói 1

Tải lượng M sau khi qua xử lý:

$$M_{SO_2}' = \frac{M_{SO_2} \cdot (100 - \eta)}{100} = 8,49 \text{ (g/s)}$$

$$C_{\max} = C_{QC05} = 0,35 = \frac{0,1656 \cdot M}{u \cdot \delta_y \cdot H'} \Rightarrow H' = \sqrt{\frac{0,1656 \cdot \sqrt{2} \cdot M \cdot 1000}{u \cdot C_{QC05}}} = \sqrt{\frac{0,1656 \cdot \sqrt{2} \cdot 8,49 \cdot 1000}{1,83 \cdot 0,35}} = 56 \text{ (m)}$$

$$h' = H' - \Delta h = 56 - 21 = 35 \text{ (m)} \Rightarrow \text{Chọn } h' = 44 \text{ m.}$$

Ống khói 2,3, 4 tính tương tự ống khói 1 ta được bảng 6.3

Bảng 6.3 Chiều cao ống khói sau khi nâng

Ống khói	Chiều cao ban đầu (m)	Chiều cao sau khi nâng (m)
1	11,5	35
2	11	36

Mô phỏng khuếch tán của 4 ống khói vào mùa hè sau khi nâng chiều cao ống khói (hình 6.3 và 6.7_ phụ lục 6).

=> Nhận xét: Ta có thể thấy việc nâng chiều cao ống khói tuy kích thước các vệt khuếch tán không thay đổi nhiều nhưng nồng độ các chất ô nhiễm giảm xuống nhiều so với QCVN 05:2023/BTNMT. Nhưng với việc nâng chiều cao của ống khói 1 và 2 như trên điều đó là không khả thi.

6.4. Khuếch tán chất ô nhiễm sau khi thực hiện các giải pháp kiểm soát

Nhìn chung với 3 giải pháp đã đưa ra là: Lắp đặt hệ thống xử lý khí thải, thay đổi thời gian làm việc, nâng chiều cao ống khói và mỗi giải pháp đều có ưu và nhược điểm riêng thì ta có thể thấy được 4 ống khói riêng cơ bản là không còn ô nhiễm nữa, đều giúp cải thiện vấn đề ô nhiễm ở khu công nghiệp, đảm bảo nồng độ khí thải thải ra môi trường nằm trong giới hạn cho phép, đồng thời để tạo ra môi trường trong sạch hơn cho KCN thì tôi đề xuất một số giải pháp như sau:

- Trồng cây xanh khu vực xung quanh các nhà máy.

- Khi đã thay đổi thời gian làm việc của các nhà máy, nhưng vẫn còn ô nhiễm SO₂ thì tôi đề xuất thêm giải pháp thay đổi khoảng cách của các ống khói, nhằm tránh tình trạng các ống khói nằm gần nhau gây chồng ô nhiễm.

KẾT LUẬN

Với nhiệm vụ đề tài được giao: “Thiết kế hệ thống thông gió cho nhà máy cơ khí AC tại thành phố HN và kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí cho khu công nghiệp TĐ”, em đã dựa trên các số liệu sản xuất và đặc điểm phân xưởng được cung cấp, từ đó tiến hành phân tích và lựa chọn phương án thông gió phù hợp với điều kiện thực tế của nhà máy.

Sau quá trình phân tích, em đề xuất phương án thông gió cơ khí, nhằm đảm bảo hiệu quả trong việc điều hòa nhiệt độ, kiểm soát bụi và các chất độc hại trong môi trường làm việc. Bụi phát sinh được thu gom và xử lý bằng thiết bị Xyclon chùm, trong khí khí SO₂ được xử lý bằng hệ thống Scrubber, đáp ứng yêu cầu của QCVN 19:2009/BTNMT và QCVN 05:2023/BTNMT. Đồng thời, từ kết quả tính toán khuếch tán khí thải từ các ống khói, em đề xuất phương án lắp đặt thiết bị xử lý khí thải nhằm bảo vệ môi trường không khí khu vực lân cận.

Tuy nhiên, trong quá trình tính toán và lựa chọn công nghệ, khó tránh khỏi những thiếu sót. Em kính mong nhận được sự góp ý của thầy cô và các bạn để hoàn thiện đề tài tốt hơn.

Thông qua đồ án tốt nghiệp, em có cơ hội tiếp cận thực tế, tổng hợp và áp dụng các kiến thức đã học trong suốt quá trình đào tạo. Em đã tích lũy được nhiều kinh nghiệm từ việc lựa chọn công nghệ, thiết kế hệ thống, đến cách lập kế hoạch triển khai công việc. Đây là nền tảng quan trọng giúp em tự tin và sẵn sàng bước vào môi trường làm việc sau này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C. thông tin điện tử T. phố H. Nội, “Ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên đến Hà Nội”, <https://hanoi.gov.vn/dia-ly-dia-hinh/anh-huong-cua-dieu-kien-tu-nhien-den-ha-noi-42725833.htm>.
- [2] C. T. tin điện tử C. phủ, “Thông tư số 02/2022/TT-BXD của Bộ Xây dựng: Ban hành QCVN 02:2022/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng”, <https://vanban.chinhphu.vn/?pageid=27160&docid=206690&classid=1&orggroupid=4>.
- [3] TS.Nguyễn Đình Huân, Giáo trình thông gió.
- [4] QCVN 02:2009/BXD. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.
- [8] GS.TS Trần Ngọc Chấn, Cơ học về bụi phương pháp xử lý bụi (Tập 2).
- [9] GS.TS Trần Ngọc Chấn, Lý thuyết tính toán công nghệ xử lý khí độc hại (Tập 3).
- [10] QCVN 19:2009/BTNMT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khí thải công nghiệp đối với bụi và các chất vô cơ.
- [11] QCVN 05:2023/BTNMT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh.

PHỤ LỤC 1

Phụ lục 1.1. Hệ số truyền nhiệt của kết cấu bao che

TT	Tên kết cấu	Hệ số truyền nhiệt	Kết quả K (W/m ² .0C)
1	Tường	$K_t = \frac{1}{\frac{1}{8,72} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,22}{0,81} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{1}{23,26}}$	2,14
2	Cửa sổ	$K_{cs} = \frac{1}{\frac{1}{8,72} + \frac{0,005}{0,76} + \frac{1}{23,26}}$	6,09
3	Cửa chính	$K_{cc} = \frac{1}{\frac{1}{8,72} + \frac{0,002}{58} + \frac{1}{23,26}}$	6,34
4	Cửa mái	$K_{cm} = \frac{1}{\frac{1}{8,72} + \frac{0,005}{0,76} + \frac{1}{23,26}}$	6,09
5	Mái	$K_m = \frac{1}{\frac{1}{8,72} + \frac{0,0008}{58} + \frac{0,03}{0,04} + \frac{1}{23,26}}$	1,102
6	Nền không cách nhiệt	Dải 1: R1 = 2,2	K1 = 0,45
		Dải 2: R2 = 4,3	K2 = 0,23
		Dải 3: R3 = 8,6	K3 = 0,12
		Dải 4: R4 = 14,2	K4 = 0,07

Phụ lục 1.2. Diện tích truyền nhiệt qua kết cấu bao che

ST T	Kết cấu bao che	Hướng	a	h,b	s (cái)	Công thức tính F	Kết quả
1	Cửa sổ	Bắc	3,3	1,3	8	$FCS(m2) = a.h.s$	34,32
		Nam			10		42,9
		Tây			8		34,32
		Đông			4		17,16
2	Cửa chính	Bắc	3,5	3	2	$FCC(m2) = a.h.s$	21
		Tây			1		10,5
		Đông			2		21
3	Cửa mái	Bắc	1	0,7	34	$FCM(m2) = a.h.s$	23,8
		Nam			34		23,8
4	Tường	Bắc	36	7,5		$FT(m2) = (a.h) - Fcs - Fcc$	214,68
		Nam	36	7,5			227,1
		Tây	24	7,5			135,18
		Đông	24	7,5			141,84
5	Mái che	Bắc	36	13,3	1	$FMC(m2) = a.h.s$	478,8
		Nam	36	13,3	1		478,8
6	Nền	Dải 1	36	24		$FN1(m2) = (a.b) - (FN2 + FN3 + FN4) + 16$	240

		Dải 2	32	20		FN2(m2) = (a.b) - FN3 - FN4	192
		Dải 3	28	16		FN3(m2) = (a.b) - FN3	160
		Dải 4	24	12		FN4(m2) = a.b	288

Phụ lục 1.3. Tổng thất nhiệt qua kết cấu bao che và phương hướng vào mùa Hè

STT	Loại kết cấu		k	F	Δt ($^{\circ}\text{C}$)	Q _{kc}	Q _{bs}	Q _{bstt}	Tổng Q
	Tên kết cấu	Hướng							
1	Tường	Bắc	2.14	214.68	1	459.42	10%	45.94	505.36
		Nam		227.1		485.99	0%	0.00	485.99
		Tây		135.18		289.29	5%	14.46	303.75
		Đông		141.84		303.54	10%	30.35	333.89
2	Cửa ra vào	Bắc	6.34	21		133.14	10%	13.31	146.45
		Nam		10.5		66.57	0%	0.00	66.57
		Tây		0		0.00	5%	0.00	0.00
		Đông		21		133.14	10%	13.31	146.45
3	Cửa sổ	Bắc	6.09	34.32	209.01	10%	20.90	229.91	
		Nam		42.9	261.26	0%	0.00	261.26	

		Tây		34.32		209.01	5%	10.45	219.46
		Đông		17.16		104.50	10%	10.45	114.95
4	Cửa mái	Bắc	6.09	23.8		144.94	10%	14.49	159.44
		Nam		23.8		144.94	0%	0.00	144.94
5	Nền	Dải 1	0.45	240		108	-	-	108
		Dải 2	0.23	192		44.16	-	-	44.16
		Dải 3	0.12	160		19.2	-	-	19.2
		Dải 4	0.07	288		20.16	-	-	20.16
TỔNG CỘNG						3136.27	-	173.7	3309.95

Phụ lục 1.4. Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che và phương hướng vào mùa Đông

STT	Loại kết cấu		k	F	Δt ($^{\circ}\text{C}$)	Q _{kc}	Q _{bs}	Q _{bstt}	Tổng Q
	Tên kết cấu	Hướng							
1	Tường	Bắc	2,14	214,68	7,5	3445,61	10%	344,56	3790,18
		Nam		227,1		3644,96	0%	0,00	3644,96
		Tây		135,18		2169,64	5%	108,48	2278,12

		Đông		141,84		2276,53	10%	227,6 5	2504,19
2	Cửa ra vào	Bắc	6,34	21		998,55	10%	99,86	1098,41
		Nam		10,5		499,28	0%	0,00	499,28
		Tây		0		0,00	5%	0,00	0,00
		Đông		21		998,55	10%	99,86	1098,41
3	Cửa sổ	Bắc	6,09	34,32		1567,57	10%	156,7 6	1724,32
		Nam		42,9		1959,46	0%	0,00	1959,46
		Tây		34,32		1567,57	5%	78,38	1645,94
		Đông		17,16		783,78	10%	78,38	862,16
4	Cửa mái	Bắc	6,09	23,8		1087,07	10%	108,7 1	1195,77
		Nam		23,8		1087,07	0%	0,00	1087,07
5	Mái che	Bắc	1,102	478,8		3957,28	10%	395,7 3	4353,01
		Nam		478,8		3957,28	0%	0,00	3957,28
6	Nền	Dải 1	0,45	240		810	-	-	810
		Dải 2	0,23	192		331,2	-	-	331,2
		Dải 3	0,12	160		144	-	-	144
		Dải 4	0,07	288		151,2	-	-	151,2

TỔNG CỘNG	31437	-	1698	33135
-----------	-------	---	------	-------

Phụ lục 1.5. Tính toán chiều dài khe cửa mà gió lọt qua mùa Hè và mùa Đông

Loại cửa	Hướng Đông Nam (mùa Hè)	Hướng Đông Bắc (mùa Đông)
Cửa sổ	156	128
Cửa chính	0	13
Cửa mái	57,76	57,76

Phụ lục 1.6. Tính toán tổn thất nhiệt bổ sung do rò gió vào mùa Hè và mùa Đông của phân xưởng

Mùa	Hướng	Tên kết cấu	Σl (m)	a	g (kg/h)	$G_{\text{gió}}=a.g.\Sigma l$	Δt_{tt} (0C)	Q _{rò gió} = Ck.G _{gió} . Δt_{tt} (W)
						(kg/h)		
Mùa Hè	Đông Nam	Cửa sổ	156	0.65	6.7	679.38	1	189.55
		Cửa chính	0	2	6.7	0		0.00
		Cửa mái	57.76	0.65	6.7	251.54		70.18
	Tổng							259.73
Mùa Đông	Đông Bắc	Cửa sổ	128	0.65	7.26	604.03	7.5	1263.94
		Cửa chính	13	2	7.26	188.76		394.98

	Cửa mái	57.76	0.65	7.26	272.57		570.35
	Tổng						2229.27

Phụ lục 1.7 Nhiệt tỏa từ các máy móc động cơ điện trong phân xưởng

STT	Tên gọi	Công suất (kw)	Số lượng (cái)	Tổng công suất (kw)
1	Máy mài tròn	3,5	2	7
2	Máy mài phẳng	2,5	4	10
3	Máy phay đứng bh11	6,5	2	13
4	Máy tiện ren 1615m	3	2	6
5	Máy hàn điện	10	2	20
6	Máy mài sắc	2	4	8
7	Máy xọc 7412	1,5	2	3
8	Máy đánh bóng	2	4	8
9	Máy bào ngang m30	2,8	2	5,6
10	Máy cắt tấm n470	10	2	20
11	Máy cắt tấm n475	10	1	10
12	Máy khoan để bàn	0,5	2	1
13	Lò nung	2	2	4

Tổng	115,60
$Q_{đc} (w) = \varphi_1.\varphi_2.\varphi_3.\varphi_4.103.N$	28900

Phụ lục 1.8 Bảng tính nhiệt thu do bức xạ mặt trời qua cửa kính

Hướng	Thời điểm (tháng 7)	τ_1	τ_2	τ_3	τ_4	$\Sigma F_{kính} (m^2)$		Mùa hè	
						Fcs	Fcm	I (W/m ²)	Kính Qbx (W)
Đông	13h	0,9	0,8	0,75	0,95	17.16	0	0	0
Tây	13h					34.32	0	244.6	4306
Nam	13h					42.9	23.8	0	0
Bắc	13h					34.32	23.8	4.3	128
Tổng									4435

PHỤ LỤC 2

Phụ lục 2.1. Tính toán thủy lực tuyến ống chính 1—Q của hệ thống thông gió

Đoạn ống	Lưu lượng L	Chiều dài l	D	V	R	ΔP_{ms}	$\sum \xi$	Pđ	ΔP_{cb}	ΔP_{tp}
	[m ³ /h]	[m]	[mm]	[m/s]	[kg/m ² .m]	[kg/m ²]		[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]
1--2	4000	8.5	500	5.66	0.066	0.56	1.16	1.97	2.28	2.84
2--3	5700	6	560	6.43	0.073	0.44	0	2.44	0.00	0.44
3--4	7400	6	630	6.6	0.066	0.40	0	2.57	0.00	0.40
4--5	9100	6.5	630	8.13	0.096	0.62	0.15	3.91	0.59	1.21
5--6	17600	9	800	9.73	0.1	0.90	0	5.60	0.00	0.90
6--Q	34600	4	1120	9.76	0.067	0.27	0.35	5.63	1.97	2.24
Q-- Cửa	34600	4	1120	9.76	0.067	0.27	3.65	5.63	20.55	20.82

Tổng	28.84
------	-------

Phụ lục 2.1.1. Hệ số tổn thất cục bộ

Đoạn ống	Chi tiết	ξ	Số lượng	$\sum \xi$	Tổng
1--2	Ngoặc 90° (R=1,5D)	0.15	1	0.15	1.16
	Miệng thổi loa 3 tầng	1	1	1	
	Van điều chỉnh	0.01	1	0.01	
2--3	Chạc 3	0	1	0	0
3--4	Chạc 3	0	1	0	0
4--5	Chạc 3	0	1	0	0.15
	Ngoặc 90° (R=1,5D)	0.15	1	0.15	
5--6	Chạc 3	0	1	0	0
6--Q	Ngoặc 90° (R=1,5D)	0.15	1	0.15	0.35

	Loa	0.1	1	0.1	
	Phễu chuyển tiết diện	0.1	1	0.1	
Q--Cửa	Ngoặc 90° (R=1,5D)	1.15	1	1.15	3.65
	Cửa lấy gió	2.5	1	2.5	

Phụ lục 2.2. Tính toán thủy lực tuyến ống phụ 7-5 của hệ thống thông gió

Đoạn ống	Lưu lượng L	Chiều dài l	D	V	R	ΔP_{ms}	$\sum \xi$	Pđ	ΔP_{cb}	ΔP_{tp}
	[m ³ /h]	[m]	[mm]	[m/s]	[kg/m ² .m]	[kg/m ²]		[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]
7--8	1700	8.5	250	5.67	0.422	3.59	1.16	1.97	2.29	5.88
8--9	3400	6	500	5.94	0.083	0.50	0	2.17	0.00	0.50
9--10	5100	6	500	7.23	0.104	0.62	0	3.21	0.00	0.62
10--11	6800	6	560	7.67	0.101	0.61	0	3.61	0.00	0.61

11--5	8500	3	560	9.59	0.153	0.46	0	5.65	0.00	0.46
Tổng										8.06

Phụ lục 2.2.1. Hệ số tổn thất cục bộ

Đoạn ống	Chi tiết	ξ	Số lượng	$\sum \xi$	Tổng
7--8	Ngoặc 90° (R=1,5D)	0.15	1	0.15	1.16
	Miệng thổi loa 3 tầng	1	1	1	
	Van điều chỉnh	0.01	1	0.01	
8--9	Chạc 3	0	1	0	0
9--10	Chạc 3	0	1	0	0
10--11	Chạc 3	0	1	0	0
11--5	Chạc 3	0	1	0	0

Phụ lục 2.3. Tính toán thủy lực tuyến ống phụ 12'-6 của hệ thống thông gió

Đoạn ống	Lưu lượng L	Chiều dài l	D	V	R	ΔP_{ms}	$\sum \xi$	Pđ	ΔP_{cb}	ΔP_{tp}
	[m ³ /h]	[m]	[mm]	[m/s]	[kg/m ² .m]	[kg/m ²]		[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]
12'--12	1700	8.5	250	5.67	0.422	3.59	1.16	1.97	2.29	5.88
12--13	3400	6	500	5.94	0.083	0.50	0	2.17	0.00	0.50
13--14	6800	6	630	6.1	0.056	0.34	0.1	2.29	0.23	0.56
14--15	10200	6	710	7.16	0.067	0.40	0.1	3.15	0.31	0.72
15--16	13600	6	800	7.52	0.062	0.37	0.1	3.47	0.35	0.72
16--6	17000	5	800	9.4	0.094	0.47	0.1	5.43	0.54	1.01
Tổng										9.39

Phụ lục 2.3.1. Hệ số tổn thất cục bộ

Đoạn ống	Chi tiết	ξ	Số lượng	$\sum \xi$	Tổng
12'--12	Ngoặc 90° (R=1,5D)	0.15	1	0.15	1.16
	Miếng thổi loa 3 tầng	1	1	1	
	Van điều chỉnh	0.01	1	0.01	
12--13	Chạc 3	0	1	0	0
13--14	Chạc 4	0.1	1	0.1	0.1
14--15	Chạc 4	0.1	1	0.1	0.1
15--16	Chạc 4	0.1	1	0.1	0.1
16--6	Chạc 4	0.1	1	0.1	0.1

Phụ lục 2.4. Tính toán thủy lực tuyến ống nhánh của hệ thống thông gió

Đoạn ống	Lưu lượng L	Chiều dài l	D	V	R	ΔP_{ms}	$\sum \xi$	Pđ	ΔP_{cb}	ΔP_{tp}
2'--2	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
3'--3	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
4'--4	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
8'--8	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
9'--9	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
10'--10	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
11'--11	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
12"--12	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
13'--13	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
13"--13	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84

14'--14	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
14"--14	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
15'--15	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
15"--15	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
16'--16	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84
16"--16	1700	2	250	5.67	0.422	0.84	1.01	1.97	1.99	2.84

Phụ lục 2.4.1. Hệ số tổn thất cục bộ

Đoạn ống	Chi tiết	ξ	Số lượng	$\sum \xi$	Tổng
2'--2	Miệng thổi loa 3 tầng	1	1	1	1.01
	Van điều chỉnh	0.01	1	0.01	

Phụ lục 2.5. Kích thước của quạt IJ 4-70 N012

Quạt No12	H	b	b1	b2	b3	b4	b5	L
	1836	1310	768	918	1400	485	1470	2160

c	c1	c2	c3	c4	l	b6	d
780	1200	1625	350	150	1050	150	600
Miệng thổi				Miệng hút			
A	A1	A2	Số lỗ	D	D1	D2	Số lỗ
840	890	600	16	1024	1124	1158	16

Phụ lục 2.6. Tính toán thủy lực tuyến ống chính của hệ thống hút bụi

Đoạn ống	L	a	b	n	α	l (m)	Dtd (mm)	v (m/s)	ϵ	R	Rthực	Pms (kG/m ²)	$\sum \zeta$	Pđ	Pcb	Ptp
														(kG/m ²)	(kG/m ²)	(kG/m ²)
A'--A	625	150	80	2	0.700	2	124	14.38	1.184	2.09	2.47	4.95	1.16	12.70	14.73	19.68
A--B	1250	250	97	3	0.590	4	176	14.44	1.257	1.37	1.72	6.89	0	12.07	0.00	6.89
B--C	2500	250	181	1	0.785	5	240	15.35	1.143	1.04	1.19	5.94	0.1	12.17	1.22	7.16
C--D	4300	250	302	1	0.785	4	310	15.78	1.133	0.82	0.93	3.72	0.1	12.96	1.30	5.01
D--E	5550	250	390	1	0.785	4	352	15.8	1.156	0.70	0.81	3.24	0.1	13.76	1.38	4.61
E--XC	7350	250	502	1	0.785	7	400	16.26	1.128	0.630	0.71	4.97	0.1	14.80	1.48	6.45
Tổng trở lực toàn phần															49.81	

Phụ lục 2.7. Tính toán thủy lực tuyến ống chính của hệ thống hơi độc

Đoạn ống	L	a	b	n	α	l (m)		v (m/s)	ϵ	R	Rthực		$\sum \zeta$	Pđ	Pcb	Ptp
----------	---	---	---	---	----------	-------	--	---------	------------	---	-------	--	--------------	----	-----	-----

							Dtd (mm)					Pms (kG/m ²)		(kG/m ²)	(kG/m ²)	(kG/m ²)
A'--A	1491	450	115	4	0.590	1.8	257	12.11	1.401	0.809	1.13	2.04	1.16	9.01	10.45	12.49
A--B	2983	450	147	3	0.590	1.6	290	12.25	1.309	0.550	0.72	1.15	0	12.07	0.00	1.15
B--C	5965	450	279	2	0.700	1.6	400	13.14	1.160	0.424	0.49	0.79	0.1	12.17	1.22	2.00
C--D	8948	450	402	1	0.785	1.6	480	13.36	1.130	0.338	0.38	0.61	0.1	12.96	1.30	1.91
D--THP	11931	450	492	1	0.785	3.2	531	13.46	1.129	0.290	0.33	1.05	1.35	13.76	18.58	19.62
Tổng trở lực toàn phần																37.17

Phụ lục 2.8. Kích thước của quạt hút bụi LII 7-40 N08

Quạt LII 7-40 No8	H	b	b1	b2	b3	b4	Cg	Trọng lượng kg
	820	595	475	688	535	400	100	

C	C1	C2	C3	C4	d3	A	A1	A2	571	
400	774	900	710	230	20	480	588	570		
C6		C7	n, cái	n1	d	n2	D	D1	D2	n
540		534	5	4	12	17	480	530	562	16

PHỤ LỤC 3

Phụ lục 3.1. Tính toán sản phẩm cháy của các ống khói

ST T	Đại lượng tính toán	Đơn vị	Ký hiệu	Dầu FO - 1100		Dầu FO 1052		Than Cam5QN		Than Cam5QN	
1	Lượng không khí khô lý thuyết	m ³ chuẩn/ kg NL	V0	10.1	10.1	10.1	10.1	5.40	5.40	5.40	5.40
2	Lượng không khí ẩm lý thuyết	m ³ chuẩn/ kg NL	Va	10.5	10.3	10.5	10.3	5.59	5.48	5.59	5.48
3	Lượng không khí ẩm thực tế với hệ số $\alpha = 1,4$	m ³ chuẩn/ kg NL	Vt	14.7	14.4	14.7	14.4	7.82	7.67	7.82	7.67
4	Lượng khí SO ₂ trong SPC	m ³ chuẩn/ kg NL	VSO ₂	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Lượng khí CO trong SPC với η = 0,03	m ³ chuẩn/ kg NL	VCO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03

6	Lượng khí CO2 trong SPC	m3 chuẩn/ kg NL	VCO2	1.50	1.50	1.50	1.50	0.95	0.95	0.95	0.95
7	Lượng hơi nước trong SPC	m3 chuẩn/ kg NL	VH2O	1.67	1.37	1.67	1.37	0.70	0.54	0.70	0.54
8	Lượng khí N2 trong SPC	m3 chuẩn/ kg NL	VN2	11.6	11.4	11.6	11.4	6.19	6.07	6.19	6.07
9	Lượng khí O2 trong không khí thừa	m3 chuẩn/ kg NL	VO2	0.88	0.87	0.88	0.87	0.47	0.46	0.47	0.46
10	Lượng khí NOX trong SPC	kg/h	MNOx	7.36	7.36	6.98	6.98	3.36	3.36	3.41	3.41
	Quy đổi ra m3 chuẩn/ kgNL	m3 chuẩn/ kg NL	VNOx	0.00 3	0.00 3	0.00 3	0.00 3	0.00 2	0.00 2	0.00 2	0.00 2
	Thể tích khí N2 tham gia vào phản ứng của NOx	m3 chuẩn/ kg NL	VN2(N Ox)	0.00 2	0.00 2	0.00 2	0.00 2	0.00 1	0.00 1	0.00 1	0.00 1
	Thể tích khí O2 tham gia vào phản ứng của NOx	m3 chuẩn/ kg NL	VO2(N Ox)	0.00 3	0.00 2	0.00 2	0.00 2	0.00 1	0.00 1	0.00 1	0.00 1

11	Lượng SPC tổng cộng ở điều kiện chuẩn	m ³ chuẩn/ kg NL	VSPC	15.7 4	15.2 0	15.7 4	15.2 0	8.35	8.06	8.35	8.06
12	Nhiệt năng của nhiên liệu	kcal/ kgNL	Qp	9267 .60	9267 .60	9267 .60	9267 .60	4900 .20	4900 .20	4900 .20	4900 .20

Phụ lục 3.2. Tính toán lượng khói thải và tải lượng các chất ô nhiễm

ST T	Đại lượng tính toán	Đơn vị	Ký hiệu	Dầu FO - 1100		Dầu FO - 1052		Than Cam5QN-1070		Than Cam5QN-1084	
1	Lượng khói (SPC) ở điều kiện tiêu chuẩn	m ³ / s	Lc	4.81	4.64	4.60	4.44	2.48	2.40	2.51	2.43
2	Lưu lượng khói (SPC) ở điều kiện thực tế (tkhói 0C)	m ³ / s	LT	7.42	7.16	7.41	7.16	3.91	3.77	4.07	3.93
3	Tải lượng khí SO ₂ với pSO ₂ = 2,926 kg/m ³ chuẩn	g/ s	MSO 2	17.7 1	17.7 1	16.9 4	16.9 4	2.97	2.97	3.01	3.01

4	Tải lượng khí CO với $\rho_{CO} = 1,25$ kg/m ³ chuẩn	g/ s	MCO	17.8 2	17.8 2	17.0 4	17.0 4	11.02	11.02	11.16	11.16
5	Tải lượng khí CO ₂ với $\rho_{CO_2} =$ 1,977 kg/m ³ chuẩn	g/ s	MCO	905. 55	905. 55	866. 03	866. 03	559.77	559.77	567.10	567.10
6	Tải lượng tro bụi với hệ số a = 0,5	g/ s	Mbụi	0.46	0.46	0.44	0.44	46.07	46.07	46.67	46.67
7	Tải lượng khí Nox	g/s	MN Ox	1.63	1.63	1.76	1.76	0.93	0.93	0.95	0.95

Phụ lục 3.3. Tính toán nồng độ các chất ô nhiễm có trong khói

ST T	Đại lượng tính toán	Đơn vị	Ký hiệu	Dầu FO - 1100		Dầu FO - 1052		Than Cam5QN- 1070		Than Cam5QN- 1084	
1	a) Khí SO ₂	g/ m ³	CSO ₂	2.39	2.47	2.28	2.37	0.76	0.79	0.74	0.77
2	b) Khí CO	g/ m ³	CCO	2.40	2.49	2.30	2.38	2.82	2.92	2.74	2.84
3	c) Khí CO ₂	g/ m ³	CCO ₂	122.1	126.4	116.8	120.9	143.24	148.34	139.35	144.31

4	d) Bụi	g/ m ³	Cbụi	0.06	0.06	0.06	0.06	11.79	12.21	11.47	11.88
5	e) Khí Nox	g/ m ³	CNOx	0.22	0.23	0.24	0.25	0.24	0.25	0.23	0.24

Phụ lục 3.4. Tính toán đường kính của các ống khói

Lt (m ³ /s)	ω	D (m)	Đường kính ống khói thiết kế (m)
7.42	16	0.77	0.8
7.16	16	0.75	0.8
7.41	16	0.77	0.8
7.16	16	0.75	0.8
3.91	16	0.56	0.6
3.77	16	0.55	0.5
4.07	16	0.57	0.6
3.93	16	0.56	0.6

Phụ lục 3.5 Tính toán chiều cao hiệu quả của các ống khói

Ống khói	Lt (m ³ /s)	ω	D (m)	u ₁₀	h (m)	u (m/s)	T _k (°K)	T _{xq} (°K)	ΔT	ΔH (m)	H (m)
1	7.42	16	0.77	1.80	11.50	1.83	421	302.40	118.60	20.53	32.03
	7.16	16	0.75	1.90	11.50	1.93		289.60	131.40	19.14	30.64
2	7.41	16	0.77	1.80	11.00	1.82	440	302.40	137.60	21.16	32.16
	7.16	16	0.75	1.90	11.00	1.92		289.60	150.40	19.71	30.71
3	3.91	16	0.56	1.80	10.50	1.81	430	302.40	127.60	15.29	25.79
	3.77	16	0.55	1.90	10.50	1.91		289.60	140.40	14.25	24.75
4	4.07	16	0.57	1.80	11.50	1.83	442	302.40	139.60	15.61	27.11
	3.93	16	0.56	1.90	11.50	1.93		289.60	152.40	14.53	26.03

Phụ lục 3.5. Kích thước của quạt IJ 4-70 N08

Quạt No8	H	b	b1	b2	b3	b4	b5	L
	1236	890	518	616	870	365	926	1455

c	c1	c2	c3	c4	l	b6	d
520	1040	1255	350	74	776	110	400
Miệng thổi				Miệng hút			
A	A1	A2	Số lỗ	D	D1	D2	Số lỗ
560	636	600	16	720	760	800	16

PHỤ LỤC 4

Phụ lục 4.1. Tải lượng M' còn lại sau khi xử lý

STT	Đại lượng tính toán	Ống khói 1		Ống khói 2		Ống khói 3		Ống khói 4	
		Mùa hè	Mùa đông	Mùa hè	Mùa đông	Mùa hè	Mùa đông	Mùa hè	Mùa đông
1	M'CO	6,72	6,64	7,82	7,73	4,48	4,42	4,26	4,07
2	M'SO ₂	10,08	9,97	11,73	11,59	2,97	2,97	2,33	2,33
3	M'bụi	0,41	0,41	0,44	0,44	1,79	1,77	1,70	1,63
4	M'NO _x	1,63	1,63	1,76	1,76	0,93	0,93	0,82	0,82