

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM
KHOA MÁY TÀU THỦY**



**THUYẾT MINH
ĐỀ TÀI NCKH CẤP TRƯỜNG**

ĐỀ TÀI

**Chủ nhiệm đề tài: THS. MTR. NGUYỄN NGỌC HOÀNG
Thành viên tham gia: THS. LÊ VĂN TÙNG**

Hải Phòng, tháng 6/2016

MỤC LỤC

| | |
|--|----|
| Chương 1. Phần mở đầu..... | 3 |
| 1.1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu..... | 4 |
| 1.2. Tổng quan về vấn đề nghiên cứu | 4 |
| 1.3. Mục tiêu đối tượng nghiên cứu..... | 5 |
| 1.4. Phương pháp nghiên cứu..... | 5 |
| Chương 2. Chọn phương án xử lý dầu cặn | 7 |
| 2.1. Xử lý dầu cặn bằng phương án lắng gạn tự nhiên và phin lọc | 7 |
| 2.2. Xử lý dầu cặn bằng phương án dùng máy ly tâm phân ly cặn ‘nanoparticle separator’ | 9 |
| Chương 3. Tính toán lựa chọn các thiết bị..... | 12 |
| 3.1 Tìm hiểu một số loại nồi hơi hiện hành | 12 |
| 3.2 Kết trực nhật và kết lắng dầu cặn..... | 14 |
| 3.3 Quạt hút hơi..... | 16 |
| 3.4 Tính chọn bầu ngưng tụ hơi | 18 |
| 3.4.1. Chọn sơ bộ kết cấu | 18 |
| 3.4.2. Xác định diện tích bề mặt trao nhiệt | 19 |
| 3.5. Chọn máy lọc phân ly cặn..... | 22 |
| 3.5.1. Kết cấu và nguyên lý hoạt động | 23 |
| 3.5.2. Chọn máy lọc | 25 |
| 3.6 Chọn vòi phun nhiên liệu vào buồng đốt nồi hơi phụ..... | 26 |
| 3.7 Thiết bị thổi muội..... | 28 |
| Chương 4. Kết luận và kiến nghị | 29 |
| 4.1. Kết luận | 29 |
| 4.2. Một số kiến nghị..... | 29 |
| Tài liệu tham khảo..... | 31 |
| PHỤ LỤC I..... | 32 |

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU HÌNH VẼ

| | |
|--|----|
| DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU HÌNH VẼ..... | 3 |
| Hình 2.1. Sơ đồ hệ thống xử lý dầu cặn theo phương pháp thông thường | 8 |
| Hình 2.2. Sơ đồ hệ thống xử lý dầu cặn triệt để..... | 9 |
| Hình 2.3. Sơ đồ hệ thống dầu đốt nồi hơi và máy đốt rác tàu Honesty | 11 |
| Hình 3.1. Nồi hơi phụ liên hợp khí xả loại ống lửa | 12 |
| Hình 3.2. Nồi hơi phụ liên hợp dạng ống nước | 13 |
| Hình 3.3. Sơ đồ bố trí riêng rẽ nồi hơi phụ và nồi hơi khí xả..... | 14 |
| Bảng 1. Một số thông số cơ bản của bộ hâm trong các kết | 15 |
| Hình 3.4. Sơ đồ bố trí ống hơi hâm các kết dầu cặn | 16 |
| Hình 3.5. Bố trí kết lắng và kết trực nhật dầu cặn | 16 |
| Hình 3.6. Quạt hút hơi từ kết lắng dầu cặn | 18 |
| Hình 3.7. Kết cấu bầu ngưng tụ | 20 |
| Hình 3.8. Máy lọc phân ly tâm 2 pha ‘Nanoparticle’ của hãng Misubishi..... | 23 |
| Hình 3.9.. Kết cấu của máy lọc Vane Decanter | 23 |
| Hình 3.10. Nguyên lý hoạt động của máy lọc Vane Decanter..... | 24 |
| Bảng 2: Một số kiểu máy lọc Decanter hiện hành của hãng Misubishi..... | 25 |
| Hình 3.11. Một kiểu bộ đốt kiểu cốc xoay dùng cho nồi hơi phụ tàu thủy | 26 |
| Hình 3.12. Bộ đốt môi..... | 27 |
| Hình 3.13. Thiết bị thổi muối..... | 27 |

CHƯƠNG 1. PHẦN MỞ ĐẦU

1.1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu

Công nghiệp tàu thủy ngày càng phát triển cả về số lượng lẫn chất lượng, những con tàu lớn hiện đại hàng chục vạn tấn chạy vòng quanh thế giới ngày càng nhiều. Tuy nhiên việc nghiên cứu hoàn thiện hơn nữa, tối ưu hơn nữa từ kết cấu tổng thể đến hệ thống động lực của nó để nâng cao hiệu suất chuyên chở hàng hóa và giảm phát thải, giảm ô nhiễm môi trường luôn luôn là vấn đề cấp thiết.

Cũng như các ngành công nghiệp khác, công nghiệp tàu thủy có rác đồng hành đặc trưng là dầu cặn, dầu cặn được hình thành song song với quá trình sử dụng dầu nhớt, trong đó dầu cặn sinh ra từ dầu nhớt là rất lớn và nó chiếm khoảng 1% theo trọng lượng dầu sử dụng, có nghĩa rằng một hệ động lực tàu thủy tiêu thụ 100 tấn dầu diesel một ngày thì lượng dầu cặn song hành mà nó cần xử lý là xấp xỉ 01 tấn một ngày.

1.2. Tổng quan về vấn đề nghiên cứu

Dầu cặn được hình thành đa dạng và theo nhiều phương thức khác nhau: xả cặn ra từ máy lọc dầu nhớt, dầu nhớt, xả ra từ các phin lọc tự xả, từ khoang gió quét, từ bộ làm kín cán piston của động cơ diesel, rò rỉ từ các khay đặt máy cho đến việc hình thành trong quá trình bảo dưỡng vệ sinh các máy và chi tiết máy, dầu cặn còn được hình thành do để dầu quá thời hạn sử dụng hoặc do trộn lẫn nhiều loại dầu không tương thích với nhau.

Dầu cặn có thể được chuyển lên bờ để xử lý, có thể đốt bỏ trong máy đốt rác. Tuy nhiên nếu theo các cách này thì ngoài việc làm tăng chi phí cho sử dụng nhiên liệu thì còn làm giảm hiệu suất chung của hệ thống động lực, kết quả là làm tăng phát thải và tăng ô nhiễm môi trường.

Cần có phương án thu gom, xử lý dầu cặn để có thể dùng nó cho các đối tượng dùng nhiệt khác.

Ngày nay với hầu hết các tàu biển đều tận dụng nhiệt khí xả của động cơ diesel chính cho nồi hơi kinh tế, thì nồi hơi phụ đốt dầu chỉ còn thay phiên làm việc trong những ngày đậu bến. Điều này cho phép chúng ta nghĩ tới phương án tận dụng dầu cặn cho nồi hơi phụ tàu thủy.

Đặc điểm chung của dầu cặn tàu thủy là nhiều cặn rắn, nhiều nước và ngậm nước dạng nhũ tương, vì vậy việc thu gom và xử lý chúng trước khi đưa vào vòi phun buồng đốt nồi hơi là điều hết sức quan trọng, cần có đủ số lượng kết chứa, kết trực nhật, thiết bị hâm, thiết bị ngưng tụ cho đến bộ phun vào buồng đốt đều phải thích ứng với các đặc điểm này.

Đề án tận dụng dầu cặn cho nồi hơi phụ tàu thủy sẽ mở ra một hướng giải quyết dầu cặn nhằm tăng hiệu quả khai thác tàu biển và giảm phát thải, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

1.3. Mục tiêu đối tượng nghiên cứu

Hiện nay ô nhiễm môi trường đang là vấn đề thời sự nóng hổi trên toàn cầu, một ngày nào đó tổ chức hàng hải thế giới có thể có yêu cầu bắt buộc việc tận dụng dầu cặn, khi đó vấn đề kinh tế của đề án không còn được xem xét đặt lên hàng đầu, trước mắt những tàu vừa và lớn chạy biển có lượng dầu cặn tích lũy lớn, có bố trí nồi hơi phụ đốt dầu cặn được xem xét nghiên cứu áp dụng phương án tận dụng dầu cặn cho các máy nhiệt thích hợp để tăng tính kinh tế trong khai thác tàu thủy.

1.4. Phương pháp nghiên cứu

Kết hợp giữa phân tích lý thuyết và thực tế sử dụng dầu cặn trên các tàu, chúng tôi mạnh dạn đề xuất đề án ‘tận dụng dầu cặn cho nồi hơi phụ đốt dầu tàu thủy’.

Đề tài gồm có 4 chương:

- Chương 1, phần mở đầu;
- Chương 2, Chọn phương án xử lý dầu cặn;
- Chương 3, Tính toán và chọn các thiết bị cần thiết;
- Chương 4, Các kết luận và kiến nghị.

CHƯƠNG 2. CHỌN PHƯƠNG ÁN XỬ LÝ DẦU CẶN

Như ta đã biết, trong hành trình dài ngày trên biển, dầu cặn sẽ được hình thành và thay cho việc xử lý và đốt bỏ trong máy đốt rác, chúng ta thu gom và tích lũy dầu cặn vào cát giữ trong két chứa dầu cặn ‘oily bilge tank’, trong két cặn máy lọc FO hoặc trong két cặn máy lọc LO, đặc điểm của loại dầu cặn này là trong thành phần của nó nước chiếm một tỷ lệ lớn. Vì vậy để việc thu gom cát giữ có hiệu quả, chúng ta cần thường xuyên phải xử lý loại bỏ nước.

Đặc điểm của dầu cặn là nhiều nước nhiều cặn rắn vì vậy cần chọn phương án xử lý tốt, việc tách nước bằng lắng trọng lực không còn hiệu quả do độ chênh lệch về trọng lượng riêng không nhiều và bị ảnh hưởng bởi yếu tố bên ngoài như sóng gió và nghiêng lác của tàu, nên việc hâm nóng làm bay hơi nước là phương án khó thay thế.

Việc xử lý tách cặn có thể chọn một trong hai phương án: lắng trọng lực kết hợp với sử dụng phin lọc có độ mịn thích hợp, hoặc lắng gạn bằng máy phân ly ly tâm.

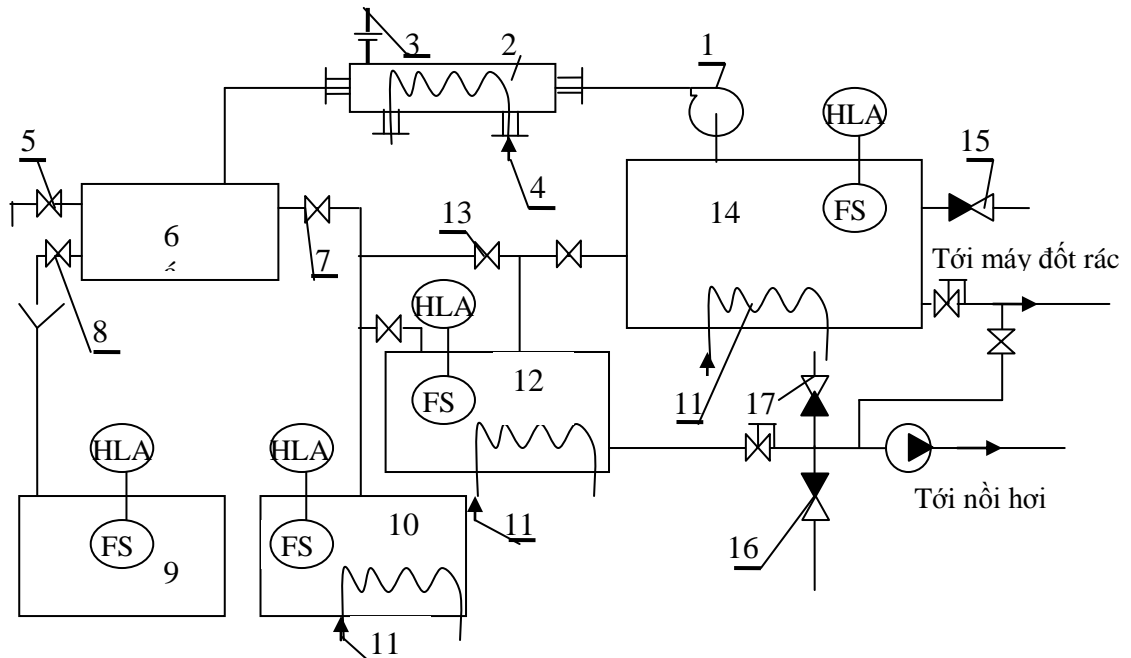
2.1. Xử lý dầu cặn bằng phương án lắng gạn tự nhiên và phin lọc

Hình 2.1 là sơ đồ mô phỏng việc xử lý dầu cặn theo phương pháp thông thường bằng nhiệt hơi hâm và lắng gạn tự nhiên.

Dầu cặn từ các két chứa dầu cặn: từ két cặn máy lọc dầu nhớt dầu đốt, từ két dầu cặn của phin lọc tự rửa ‘auto back wash filter’, từ két dầu bôi trơn bộ làm kín cán piston máy chính cho đến két dầu cặn xả ra từ khoang gió quét, tất cả chúng hàng ngày được kiểm tra hâm nóng và bơm lên két lắng dầu cặn. Ở đây chúng được hâm nóng bằng hơi hâm lấy từ nồi hơi kinh tế. Để việc bay hơi nước và đồng thể hóa tốt, chúng ta bố trí thêm van xục khí nén, định kỳ cấp khí nén 15 phút/lần vào két lắng dầu cặn.

Hơi dầu và hơi nước sẽ được quạt hút khói bơm chuyển qua bầu ngưng tụ, được làm mát bằng nước và chúng sẽ ngưng tụ và tự chảy về két ‘bilge primary’ để tách dầu. Ở đây dầu nhẹ nổi lên trên và hàng ngày được gạn xả làm dầu rửa hoặc xả về két chứa dầu cặn. Nước ở lớp dưới cùng trong két này sẽ được kiểm tra và xả về két nước la canh còn hơi và khí không ngưng tụ trong bầu ngưng sẽ thoát ra môi trường theo ống xả khí.

Dầu đã xử lý trong két lắng dầu cặn đã hết nước và lắng một phần cặn sẽ được xả về két chứa dự trữ dầu cặn hoặc được gạn xả về két trực nhật dầu bản để sẵn sàng cho việc đưa vào buồng đốt nồi hơi.



Hình 2.1. Sơ đồ hệ thống xử lý dầu cặn theo phương pháp thông thường

1. Quạt hút, 2. Bàu ngưng tụ, 3. Ống thoát khí, 4. Đường nước làm mát, 5. Van xả dầu
6. Két 'bilge primery', 7. Van gạn xả dầu, 8. Van xả nước bilge, 9. Két nước la canh,
10. Két chứa dầu cặn, 11. Đường hơi hâm, 12. Két trực nhật dầu bản, 13. Van xả dầu,
14. Két lắng dầu cặn, 15. Van xục khí, 16. Từ két trực nhật FO, 17. Từ két trực nhật DO

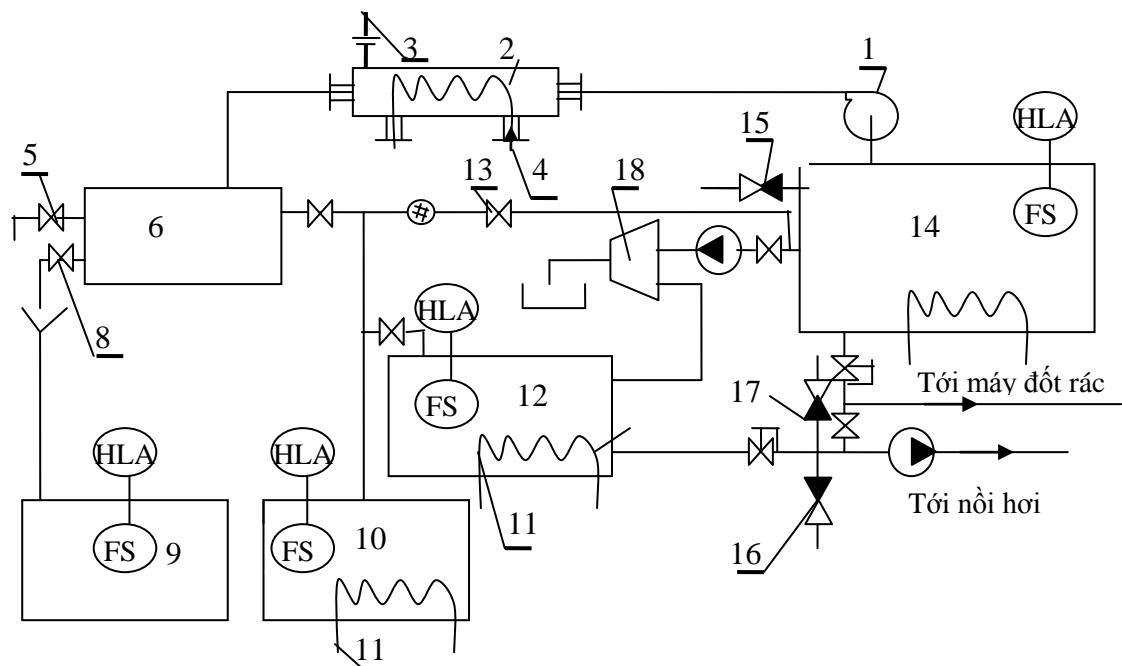
Dầu cặn từ két lắng và két trực nhật dầu bản có thể được trực tiếp đưa tới máy đốt rác đốt hủy bỏ khi cần thiết.

Phương pháp xử lý này tuy đơn giản nhưng trong thành phần dầu cặn từ két trực nhật dầu cặn vẫn còn nhiều tạp chất, vì việc tách cặn theo phương pháp lắng trọng lực trong két lắng dầu cặn, nơi có bố trí xục khí và bộ hâm hơi là không hiệu quả. Điều đó làm cho bộ đốt chính của nồi hơi sẽ làm việc rất nặng nhọc và cơ bản là làm bám bản các thiết bị buồng đốt, vách buồng đốt nồi hơi và trong thành phần khí lò sẽ có muội có thể làm bản bề mặt trao nhiệt.

2.2. Xử lý dầu cặn bằng phương án dùng máy ly tâm phân ly cặn ‘nanoparticle separator’

Để khắc phục điều này có thể bố trí lối đi của khí lò kiểu zic zắc, hoặc triệt để nhất là dùng máy lọc cặn hai pha để tách cặn ra khỏi dầu (hình 2.2). Để làm điều này ta bố trí một máy tách cặn ‘clarifier’ kiểu Decanter trên đường dầu từ két lắng dầu cặn tới két trực nhật dầu cặn. Trong két lắng, bộ hâm dầu và quạt hút khói sẽ có nhiệm vụ tách nước còn cặn bản sẽ được loại bỏ nhờ máy phân ly ly tâm tách cặn trước khi vào buồng đốt nồi hơi. Đây là máy phân ly ly tâm tách các hạt cặn rắn có độ chênh lệch trọng lượng rất nhỏ nhờ lực quán tính ly tâm. Vì vậy dầu cặn sau khi xử lý sẽ có đặc tính gần như tương tự với dầu đốt thông thường.

Cặn bản sau khi tách ra nhờ máy phân ly sẽ được thu gom vào trong các thùng chứa và được đốt bỏ bằng máy đốt rác.

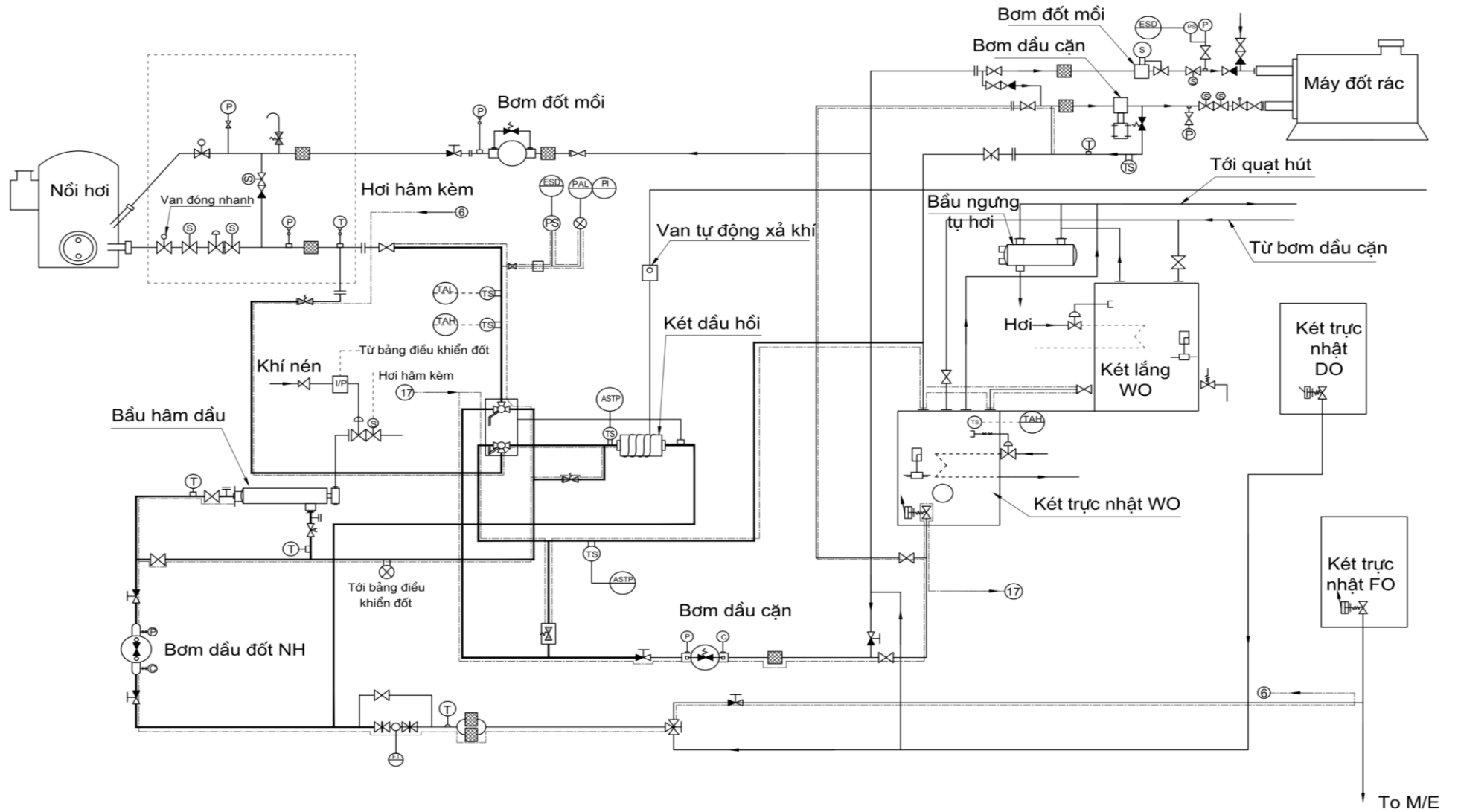


Hình 2.2. Sơ đồ hệ thống xử lý dầu cặn triệt để

Quạt hút, 2. Bàu ngưng tụ, 3. Ống thoát khí, 4. Đường nước làm mát, 5. Van xả dầu, 6. Két ‘bilge primery’, 7. Van gạt xả dầu, 8. Van xả nước bilge, 9. Két nước la canh, 10. Két chứa dầu cặn, 11. Đường hơi hâm, 12. Két trực nhật dầu bản, 13.

Van xả dầu,14. Két lắng dầu cặn, 15. Van xục khí, 16.Từ kết trực nhật FO, 17. Từ kết trực nhật DO, 18. Máy lọc cặn hai pha.

Với phương án này chúng ta sẽ xử lý dầu cặn một cách triệt để, chỉ lọc lấy những thành phần sinh nhiệt, còn cặn bẩn và nước được loại bỏ và như vậy thì thành phần dầu cặn đưa vào buồng đốt nồi hơi không còn khác mấy so với dầu đốt thông thường, các thiết bị buồng đốt, các bề mặt trao nhiệt không còn bị ảnh hưởng nhiều của tạp chất đồng hành trong dầu cặn.

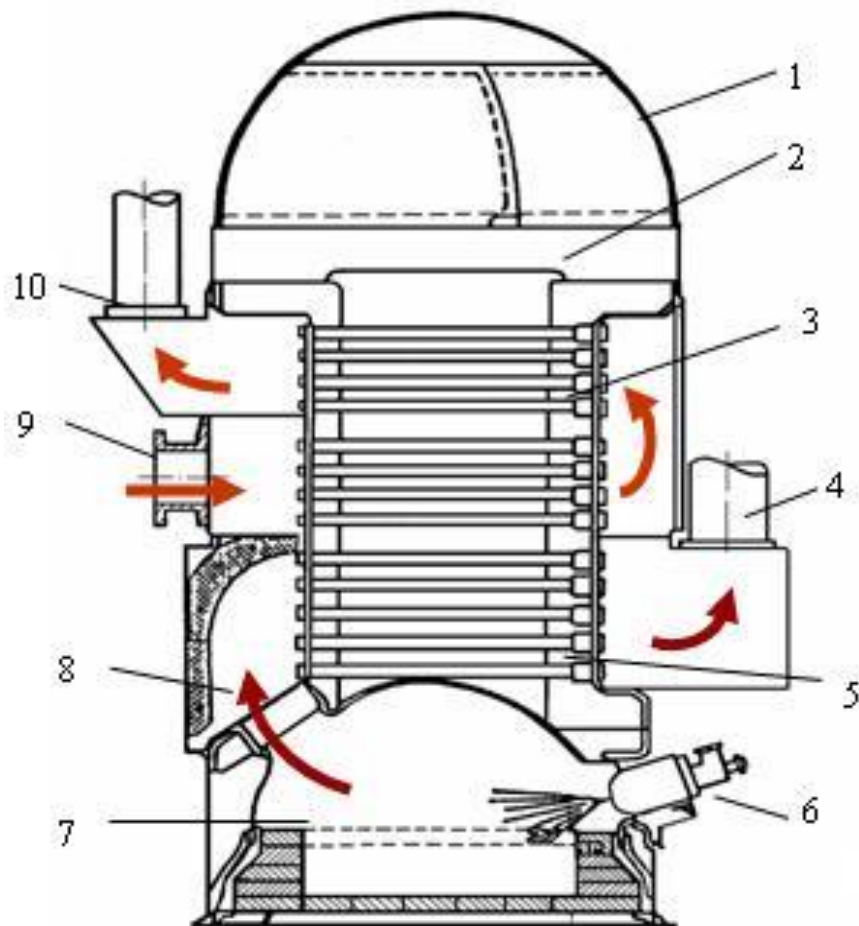


Hình 2.3. Sơ đồ hệ thống dầu đốt nồi hơi và máy đốt rác tàu Honesty

CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ

3.1 Tìm hiểu một số loại nồi hơi hiện hành

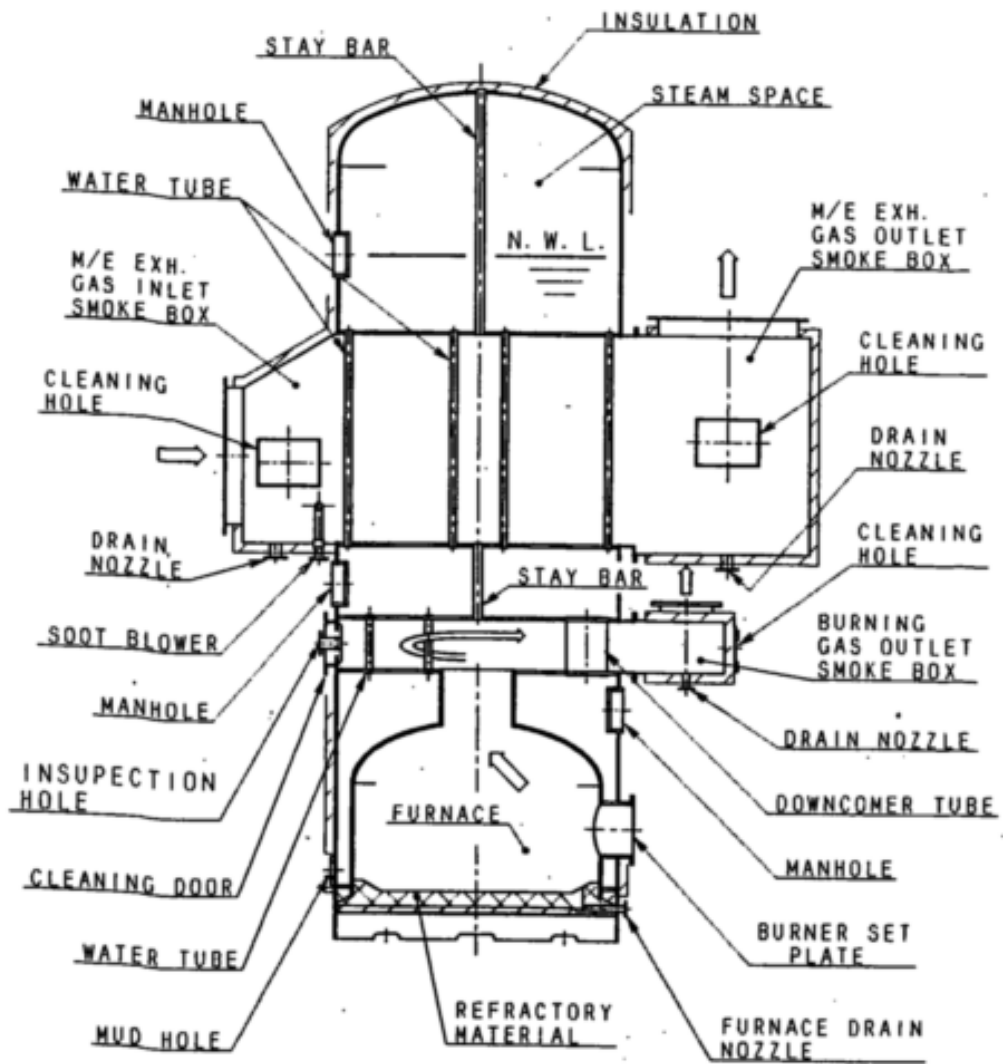
Nồi hơi phụ liên hợp khí xả dạng ống lửa như trên hình 3.1, loại này bố trí nồi hơi kinh tế tận dụng nhiệt khí xả từ động cơ chính diesel và nồi hơi phụ đốt dầu trong cùng một thân. Khí xả từ buồng đốt nồi hơi phụ và khí xả từ động cơ chính đi trong các ống lửa và có lối đi riêng, cho nên việc vệ sinh bảo dưỡng riêng rẽ bề mặt trao nhiệt cho nồi hơi phụ hay nồi hơi kinh tế không bị ảnh hưởng. Tuy nhiên việc vệ sinh bằng khí nén hay hơi nước cho nồi hơi kinh tế hơi khó khăn. Bên cạnh đó, như ta đã biết hệ số tỏa nhiệt của khí cháy đến vách ống kém hơn so với nước, hơn nữa tính an toàn trong khai thác không cao.



Hình 3.1. Nồi hơi phụ liên hợp khí xả loại ống lửa

1. Trống hơi, 2. Không gian nước, 3. Ống lửa của nồi hơi kinh tế, 4. Ống khói của nồi hơi phụ, 5. Ống lửa của nồi hơi phụ, 6. Thiết bị buồng đốt của nồi hơi phụ, 7. Buồng đốt của nồi hơi phụ, 8. Khí đốt của nồi hơi phụ, 9. Khí đốt từ động cơ diesel, 10. Ống khói máy chính.

Nồi hơi phụ liên hợp dạng ống nước đứng như trên hình 3.2 có hiệu quả truyền nhiệt tốt, khí cháy đi bên ngoài ống, nơi có bề mặt trao nhiệt lớn hơn bên trong ống, đồng thời dòng khí cháy bao bên ngoài ống có hướng tiếp xúc đa chiều và thay đổi tốc độ nên làm tăng hệ số tỏa nhiệt. Hơn nữa việc vệ sinh bề mặt ngoài các ống nước bằng khí nén hoặc hơi khá dễ dàng, do việc thổi vuông góc với đường sinh các ống nên giảm được lực bám dính. Bên cạnh đó việc bố trí vệ sinh thổi muối cho cụm ống cũng dễ thực hiện hơn.

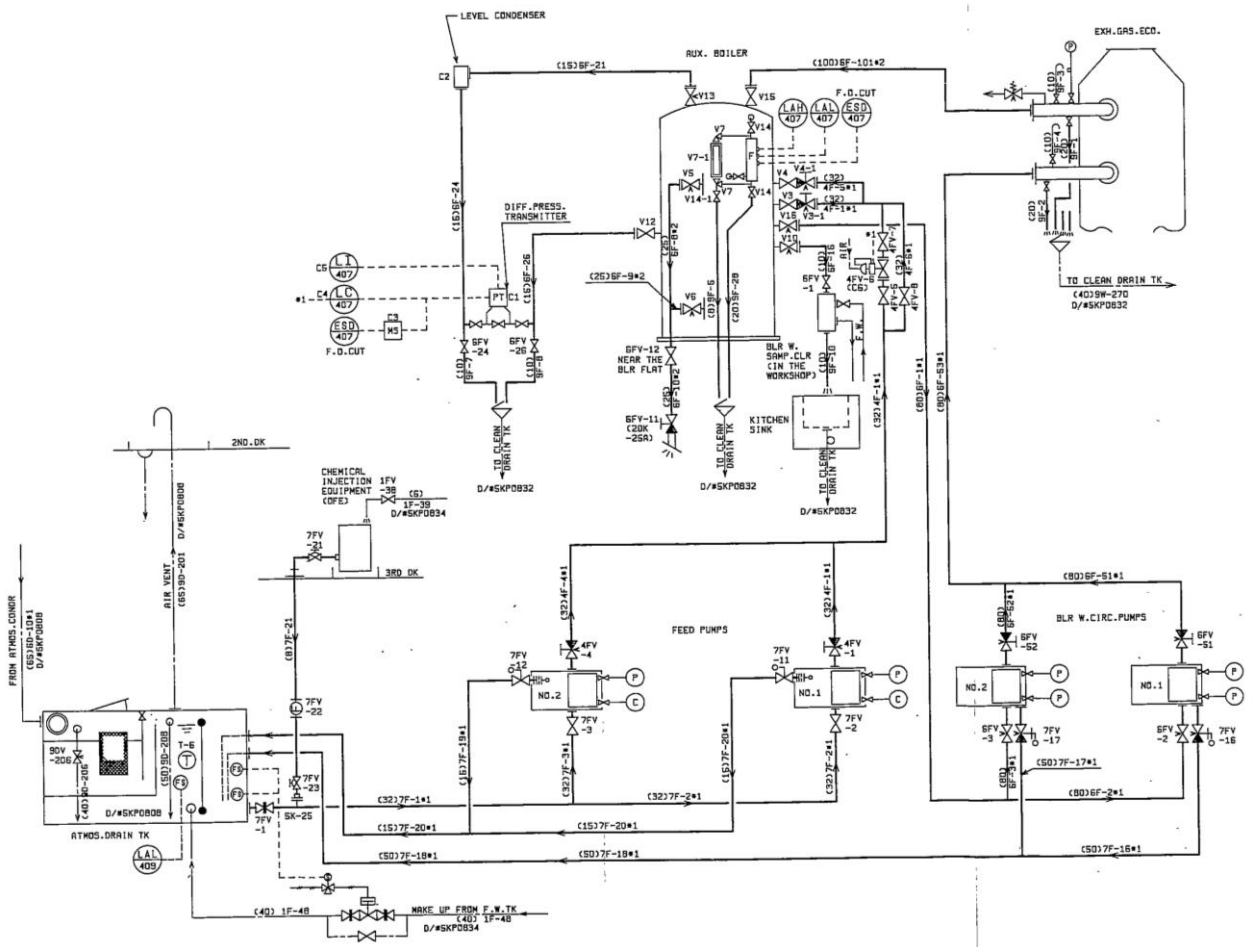


Hình 3.2. Nồi hơi phụ liên hợp dạng ống nước

Nồi hơi liên hợp phụ - khí xả bố trí riêng rẽ như trên hình 3.3. sẽ rất an toàn và tin cậy trong sử dụng nồi hơi, đặc biệt là việc bảo dưỡng sửa chữa nồi hơi kinh tế khi tàu nằm bờ sẽ không bị ảnh hưởng. Do các bề mặt trao nhiệt của nồi hơi phụ và nồi hơi kinh tế bố trí tách rời nhau nên có thể dễ dàng vệ sinh bề mặt trao nhiệt

của nồi hơi kinh tế bằng nước, một trong những phương pháp vệ sinh sạch sẽ và triệt để nhất. Tuy nhiên nhìn vào sơ đồ thì ta có thể khẳng định là đầu tư ban đầu của phương án này sẽ cao hơn.

Nhìn tổng thể các phương án sử dụng nồi hơi hiện hành đều không bị ảnh hưởng bởi việc sử dụng dầu cặn cho buồng đốt nồi hơi phụ, do vậy chúng ta có thể áp dụng cho tất cả các tàu có số lượng dầu cặn đủ lớn. Tuy nhiên để đạt hiệu suất cao, để bảo dưỡng và sử dụng thì nồi hơi loại ống nước đứng vẫn có ưu thế hơn, do đó cần cân nhắc khi lựa chọn trong đóng mới.



Hình 3.3. Sơ đồ bố trí riêng rẽ nồi hơi phụ và nồi hơi khí xả

3.2 Kết trực nhật và kết lắng dầu cặn

Chúng ta giả định thiết kế cho một tàu hàng chạy biển có trọng tải 50.000 tấn,

- Suất tiêu hao nhiên liệu của toàn bộ hệ động lực gồm máy chính và một máy phát điện ở chế độ định mức chạy biển với nồi hơi kinh tế là khoảng 30 tấn/ngày.

- Nồi hơi dạng liên hợp khí xả - phụ đốt dầu suất tiêu hao nhiên liệu toàn tải khoảng 1.1 tấn/ngày.

Giả thiết tàu đậu bến trung bình 5 ngày/cảng và dựa trên tham khảo các số liệu thực tế của các tàu: NSS ENDEAVOR, NSS HONESTY, MV DURBAN BAY đều là của các chủ tàu Nhật Bản và do các nhà máy đóng tàu Nhật Bản đóng. Ta chọn sơ bộ thể tích các két lắng và két trực nhật dầu cặn cùng các thông số cơ bản của bộ hâm dầu sử dụng hơi hâm như thống kê trong bảng 1.

Ở đây các ống hơi hâm dùng thép thường hóa đường kính 46mm với sơ đồ bố trí ống như hình vẽ 3.4.

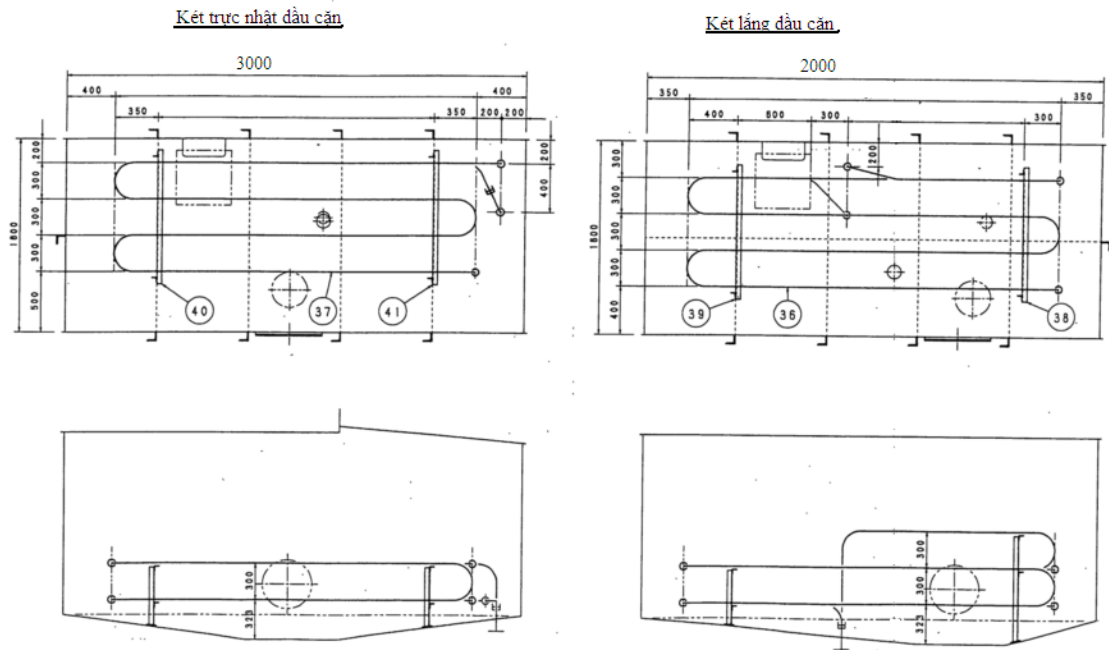
Kích thước két trực nhật dầu cặn 3000x1600x1500;

Kích thước két lắng dầu cặn 2000x1600x1600;

Két lắng dầu cặn được bố trí cao hơn két trực nhật dầu cặn ít nhất là 1500mm để đảm bảo cột trọng lực cho việc có thể xả tự chảy.

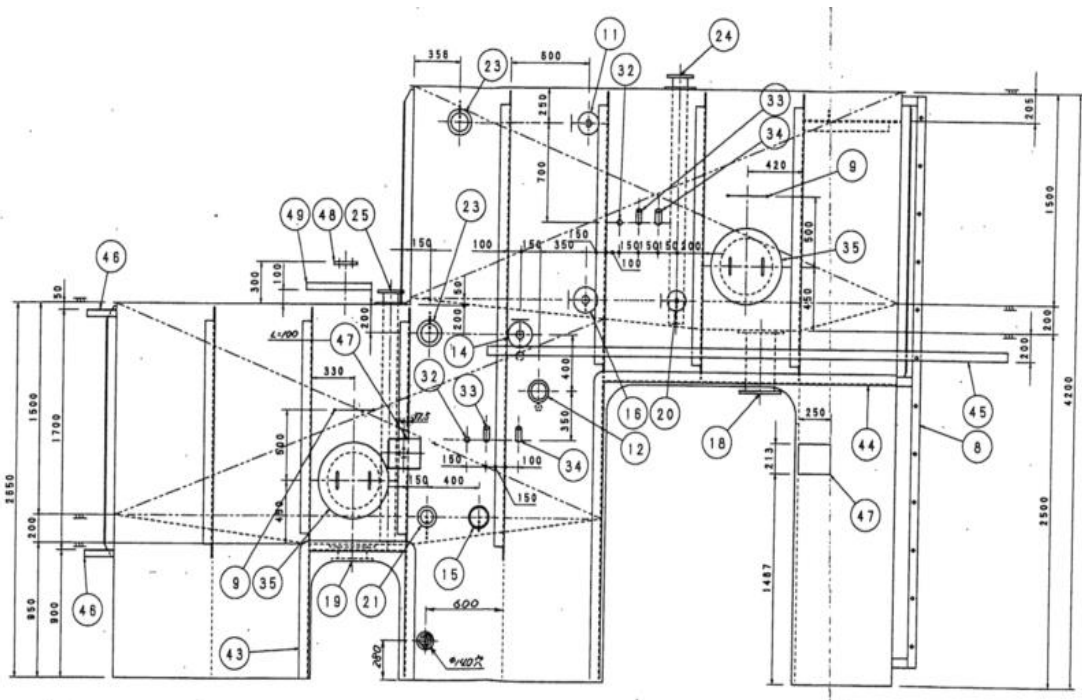
Bảng 1. Một số thông số cơ bản của bộ hâm trong các két

| | Hạng mục | Két cặn trực nhật | Két lắng cặn |
|---|--|-------------------|--------------|
| 1 | Đường kính ngoài ống (m) | 0.046 | 0.046 |
| 2 | Chiều dài ống (m) | 15.0 | 20.0 |
| 3 | Bề mặt trao nhiệt (m ²) | 2.167 | 2.889 |
| 4 | Thể tích két (m ³) | 7.2 | 5.12 |
| 5 | Tỷ lệ hâm(m ² /m ³) | 0.30 | 0.564 |



Hình 3.4. Sơ đồ bố trí ống hơi hâm các két dầu cặn

Hình 3.5 giới thiệu sơ đồ bố trí kết lắng và kết trực nhật dầu cặn của một tàu hàng rời trong thực tế để tham khảo



Hình 3.5. Bố trí kết lắng và kết trực nhật dầu cặn

3.3 Quạt hút hơi

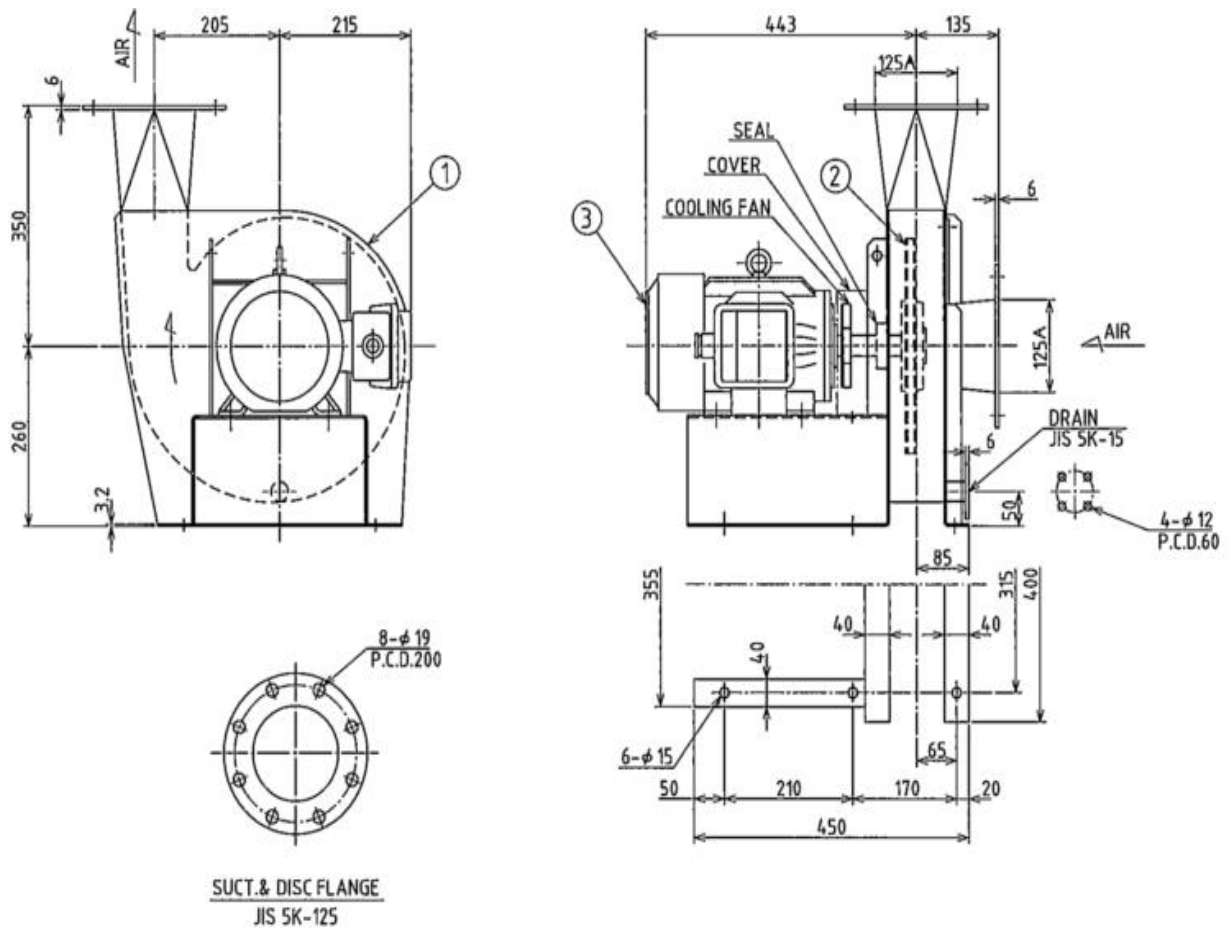
Theo kết quả tính chọn bộ hâm dầu của két dầu cặn với ống thép thường có diện tích bề mặt trao nhiệt $2,889\text{m}^2$ với áp suất hơi hâm 6kG/cm^2 , nhiệt độ hơi hâm

280°C thì ta có thể tính được sơ bộ sản lượng hơi sản sinh trong két lắng dầu cặn, từ đó ta có thể chọn quạt hút hơi và động cơ điện lai, chúng có các thông số sau:

- Quạt gió ly tâm;
- Sản lượng quạt: 5m³/phút;
- Áp suất quạt: 2kG/cm²;
- Vòng quay động cơ điện lai: 3540v/phút;
- Công suất động cơ điện: 0.75kW;
- Điện áp: 3 pha xoay chiều 440V.

Hình 3.6. giới thiệu chi tiết các kích thước cơ bản của quạt hút hơi và động cơ điện lai.

Quạt hút hơi có thể bố trí sau bầu ngưng tụ, tuy nhiên phương án này sẽ làm hạn chế hiệu quả trao nhiệt trong bầu ngưng cũng như tăng khả năng bay hơi trong két lắng. Nếu bố trí quạt hút ngay sau két lắng dầu cặn và ngay trước bầu ngưng tụ hơi sẽ vừa đảm bảo tạo chân không trong két lắng, làm tăng khả năng bay hơi nước, là mục đích chính của két này, đồng thời tốc độ đẩy dòng hơi qua bộ hâm tăng hơn so với phương án đầu do đó tăng được khả năng truyền nhiệt của hơi cho nước làm mát.



Hình 3.6. Quạt hút hơi từ két lắng dầu cặn

3.4 Tính chọn bầu ngưng tụ hơi

3.4.1. Chọn sơ bộ kết cấu

Bầu ngưng tụ hơi bay hơi từ két lắng dầu cặn có nhiệm vụ ngưng tụ hơi dầu và hơi nước để giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí bởi hơi dầu.

Kết cấu của bộ trao nhiệt này sẽ không khác mấy so với bầu ngưng tụ hơi ở áp suất khí quyển trong thực tế, do đó ta có thể sử dụng bộ trao nhiệt kiểu vỏ - ống, hơi có độ sạch tốt nhưng lại có hệ số tỏa nhiệt kém hơn nước biển nên cho đi ngoài chùm ống, ngoặt đi ngoặt lại nhiều lần qua các vách ngăn để tăng hiệu quả trao nhiệt. Nước biển có lẫn nhiều tạp chất và muối nên cho đi trong ống để tiện thông rửa vệ sinh.

Để khắc phục cơ giãn nhiệt chúng ta chế tạo thân vỏ dạng xi phông (xem hình 3.7), thân vỏ bầu làm bằng thép các bon SGP;

Nắp trước và nắp sau được chế tạo bằng thép đúc, được phủ sơn đặc biệt và chống ăn mòn điện hóa bằng kẽm;

Mặt sàng được chế tạo bằng đồng thiếc dùng cho tàu thủy ký hiệu C4621P;

Các ống chế tạo bằng vật liệu hợp kim nhôm-đồng-thiếc ký hiệu C6870-2T, ống có đường kính ngoài $\Phi 16$, chiều dày ống $\delta = 1.2\text{mm}$;

Sơ đồ bố trí ống trên mặt sàng kiểu sole như trên hình 3.7.

3.4.2. Xác định diện tích bề mặt trao nhiệt

Từ phương trình truyền nhiệt cơ bản:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t ;$$

Và

$$Q_1 = G_1 \cdot C_{p1} \cdot (t_1' - t_1'') ;$$

$$Q_2 = G_2 \cdot C_{p2} \cdot (t_2'' - t_2') ;$$

Trong đó :

Q : Lượng nhiệt truyền (W)

K : Hệ số truyền nhiệt ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{độ}$)

F : Diện tích bề mặt trao nhiệt (m^2)

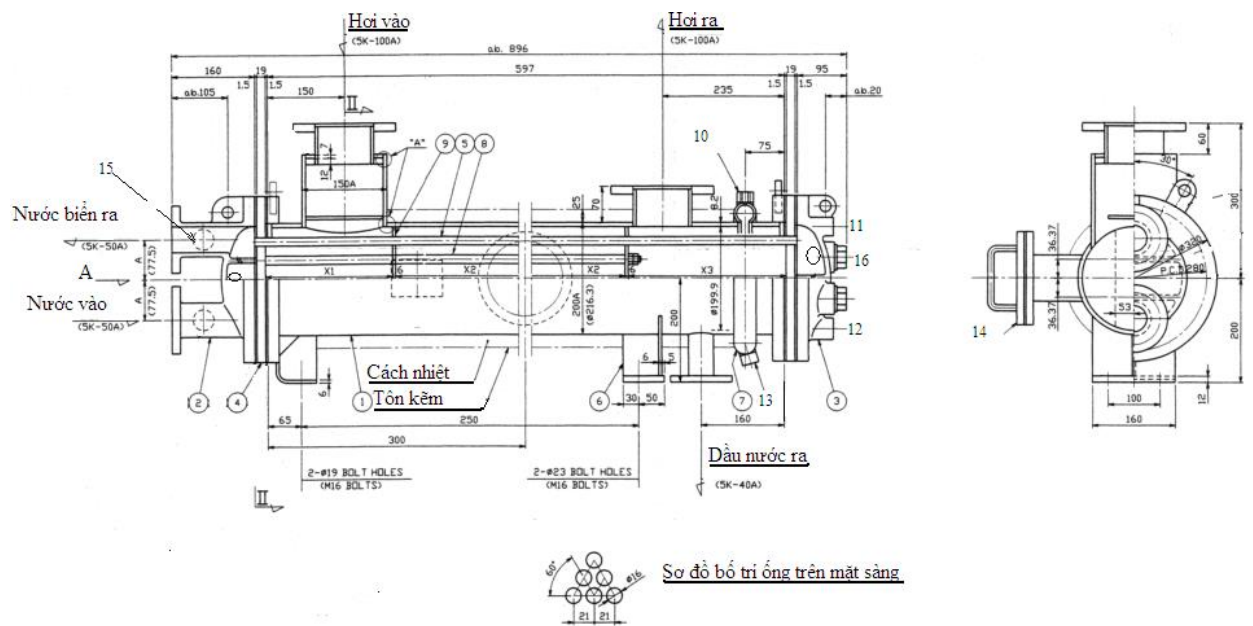
Δt : Độ chênh nhiệt độ trung bình giữa chất nóng và chất lạnh ($^{\circ}\text{C}$)

G : Lưu lượng chất nóng, lạnh đi qua bề mặt trao nhiệt (kG/h)

C_p : Nhiệt dung riêng trung bình đẳng áp của chất nóng, lạnh (J/kg.độ)

t : Nhiệt độ của chất nóng và chất lạnh ($^{\circ}\text{C}$)

Ký hiệu chỉ số 1 là chất nóng, 2 là chất lạnh; ' là chất đi vào, '' là chất đi ra.



Hình 3.7. Kết cấu bầu ngưng tụ

- Lượng nhiệt truyền

Theo khả năng sản sinh hơi của bầu hâm dầu trong kết lắng dầu cặn và lưu lượng quạt hút ta có lưu lượng hơi qua bầu ngưng là: $G_1 = 5 \times 60 = 300\text{kg/h}$;

Nhiệt độ hơi vào bầu ngưng $t_1' = 100^\circ\text{C}$;

Nhiệt độ hơi ra bầu ngưng $t_1'' = 75^\circ\text{C}$;

Tra bảng B.9. Nhiệt động kỹ thuật và truyền nhiệt – Nguyễn Mạnh Thường và các tài liệu liên quan, ta được nhiệt dung riêng đẳng áp của hơi nước bão hòa ẩm $C_{1p} = 1.996 \text{ kJ/kgK}$;

Do đó $Q_1 = 300. 1.996. 25 = 14970\text{kJ/h}$;

Giả thiết nước biển vào có nhiệt độ $t_2' = 32^\circ\text{C}$;

Nhiệt độ nước biển ra ta chọn $t_2'' = 36^\circ\text{C}$;

Nhiệt dung riêng đẳng áp của nước ở nhiệt độ này $C_{2p} = 4.187 \text{ kJ/kgK}$;

Ta có $Q_2 = 4.187. 4. G_2$;

Nhiệt lượng chất nóng nhả ra được chất lạnh hấp thu hết do đó:

$Q_2 = Q_1 = 14970\text{kJ/h}$;

Hay $4.187.4.G_2 = 14970 \rightarrow G_2$;

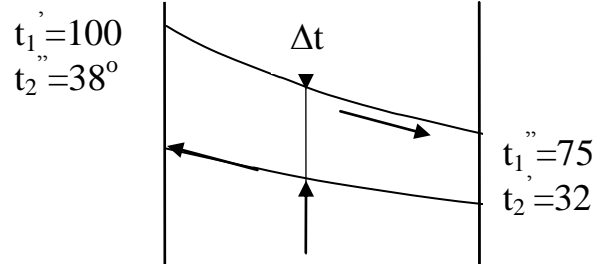
Từ đây ta tính được lưu lượng nước làm mát cần thiết qua bầu ngưng là:

$$G_2 = 14970 : 16.748 = 894 \text{ kg/h}$$

Lưu lượng nước làm mát phải đảm bảo đủ lớn để không làm lắng cặn và bám hầu hà lên bề mặt trao nhiệt, đồng thời làm tăng khả năng truyền nhiệt do phá vỡ lớp biên chảy tầng, nhưng cũng không được vượt quá 2m/s là tốc độ nước có thể gây xói mòn, sơ bộ chọn lưu lượng nước tuần hoàn 1m³/h.

- Độ chênh lệch nhiệt độ trung bình Δt

$$\Delta t = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{2,3 \lg \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}};$$



$$\Delta t = \frac{(100 - 38) - (75 - 32)}{2,3 \lg \frac{100 - 38}{75 - 32}};$$

$$\Delta t = 51.9$$

- Hệ số truyền nhiệt K

K được tính gần đúng theo công thức sau:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}};$$

Trong đó: $\delta = 1.2\text{mm}$;

Hệ số dẫn nhiệt của hợp kim đồng nhôm 'copperalloy' ở nhiệt độ 20°C là $\lambda = 1.0 \times 10^2 \text{ W/m.K}$;

Hệ số tỏa nhiệt của nước biển và hơi bão hòa, sau khi áp dụng cách tính toán dựa theo các chuẩn đồng dạng ta có:

$$\alpha_1 = 105 \text{ W/m}^2\text{K};$$

$$\alpha_2 = 13 \text{ W/m}^2\text{K};$$

Từ đó ta có:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{105} + \sum \frac{12 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^2} + \frac{1}{13}};$$

$$K = 11 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Diện tích bề mặt trao nhiệt F

$$\text{Từ lượng nhiệt truyền } Q = 14970 \text{ kJ/h} = 3577.8 \text{ W},$$

$$\text{Thay vào công thức } F = Q/K. \Delta t = 3577.8/11.324.9 = 1 \text{ m}^2$$

So sánh với các bầu bay hơi cùng loại trong thực tế ta thấy diện tích bề mặt trao nhiệt $F = 1 \text{ m}^2$ là hợp lý.

Từ đây nếu chọn chiều dài các ống từ mặt sàng đến mặt sàng là 635mm;

Đường kính ống $\Phi 16 \text{ mm}$;

Thì ta tính được số ống cần bố trí trên mặt sàng là 32 ống;

Bố trí 2 vách ngăn hướng dòng cho dòng hơi chuyển động ngang và chéo bên ngoài ống.

Chọn đúng lưu lượng nước biển tuần hoàn qua cụm ống

Tổng diện tích mặt cắt ngang cụm ống

$$F_c = \pi.d^2/4. 32 = 3.14.0.016^2.32 = 0.00643 \text{ m}^2;$$

Nghiệm lại lưu tốc dòng nước qua cụm ống

$$v = G_2/F_c = 1.0/0.00643.3600 = 0.043 \text{ m/s};$$

Lưu tốc nước nhỏ nhất để tránh lắng cát và bám hào hà

$v_{\min} > 2.5 \text{ ft/s} = 0.762 \text{ m/s}$, vì vậy ta chọn lưu lượng nước biển tuần hoàn qua bầu ngưng là:

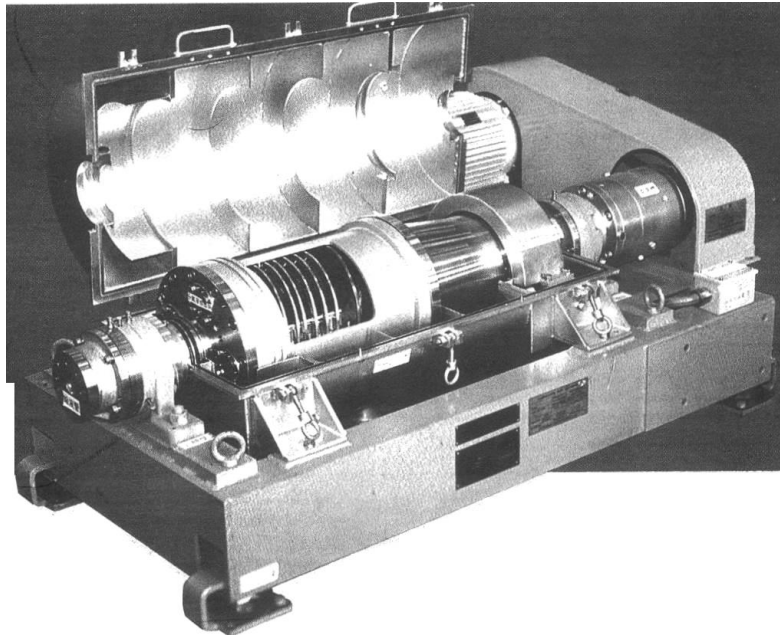
$$G_2 = F_c.v_{\min} = 0.00643.0.762 = 4.9 \text{ m}^3$$

3.5. Chọn máy lọc phân ly cặn

Trong quá trình xử lý dầu thải và đốt hủy bỏ trong máy đốt rác, chúng ta thấy trong thành phần của nó có một phần cặn cứng, khi đốt tạo ra tro xỉ bám vào vách buồng đốt, nếu đưa dầu này đốt trong buồng đốt nồi hơi thì có thể làm bám cặn muối lên bề mặt trao nhiệt, vì vậy cần có phương án xử lý thích hợp. Nếu dùng buồng đốt phụ hay tạo đường đi zíc zắc cho khói lò thì tổn thất nhiệt sẽ lớn. Một máy làm sạch dầu cặn 2 pha xả cặn liên tục kiểu Decanter, tách bỏ phần lớn cặn cứng ra khỏi dầu cặn sẽ giải quyết ổn thỏa vấn đề trên.

Sau khi dầu cặn được hâm nóng xử lý tách nước từ trong kết lắng đang có nhiệt độ thích hợp, dầu sẽ được đưa qua máy lọc tách cặn, dầu sạch sau khi tách cặn sẽ đi vào kết trực nhật dầu cặn, để từ đó vào buồng đốt nồi hơi, còn cặn bẩn được xả ra vào kết chứa và từ đó

có thể thu gom vào các khay và đốt bỏ trong máy đốt rác. Sau đây, xin giới thiệu cùng bạn

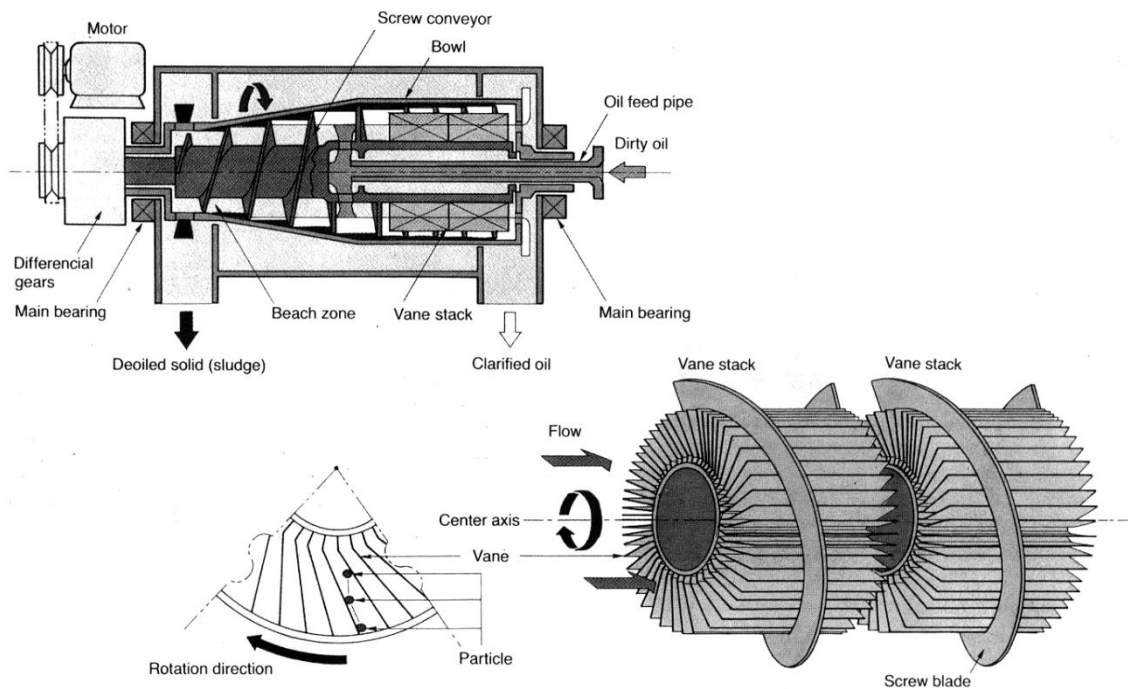


đọc một máy lọc Decanter – sản phẩm của hãng Misubishi.

Hình 3.8. Máy lọc phân ly ly tâm 2 pha ‘Nanoparticle’ của hãng Misubishi

3.5.1. Kết cấu và nguyên lý hoạt động

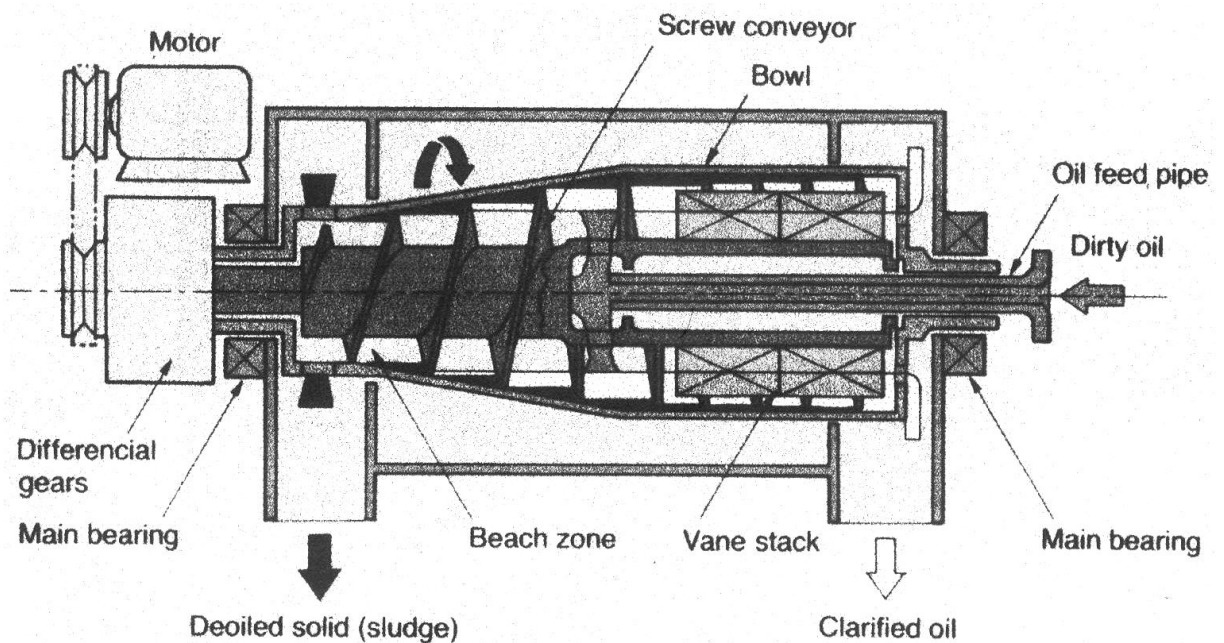
a. Kết cấu



Hình 3.9.. Kết cấu của máy lọc Vane Decanter

- The vane – Type Decanter gồm có 3 bộ phận chính: Trống lọc, băng xoắn vít để liên tục xả cặn ra ngoài và hộp bánh răng truyền động để thay đổi tốc độ cho trống và vít xoắn tải cặn.
- Trong khoang phân ly có rất nhiều cánh phân ly được bố trí để đảm bảo hiệu quả làm sạch tốt nhất.
- Một băng xoắn vít được bố trí tiếp xúc ở bên ngoài trống lọc để gạt cặn.
- Dầu bẩn được cấp vào trống quay qua ống cấp và được phát tán tại khoang cấp trong trục từ phía trục truyền đối diện phần xoắn vít.
- Cặn bẩn hình thành dạng dòng xoắn dọc theo các băng vít và đi ra khỏi cụm cánh dưới tác dụng của lực quán tính ly tâm.
- Sự phân ly dầu bẩn diễn ra trong cụm cánh và dầu sạch được đẩy ra khỏi trống lọc ở phía đầu cuối máy (đầu tự do)
- Trong khi đó, các hạt cặn được phân ly trong khoang cánh, và trượt trên bề mặt cánh tới ngoại vi của trống, đọng lại ở vùng lắng cặn-vách trống. Tại đó, băng vít (*screw blade*) chuyển động theo đường xoắn ốc theo chiều ngược lại và cặn được chuyển tới khoang hình nón của trống bởi băng vít quay ở tốc độ thấp hơn tốc độ quay của trống.

b. Nguyên lý hoạt động



Hình 3.10. Nguyên lý hoạt động của máy lọc Vane Decanter

To decant =

1. Rót liên tục không ngừng tách cặn

2 Rót chất lỏng từ thùng này đến thùng kia

Về nguyên tắc, nó làm việc giống nguyên lý của máy lọc ly tâm bình thường đó là dùng lực quán tính ly tâm để tách cặn. Các hạt cặn bị phân ly ly tâm lên bề mặt cánh di chuyển ra phía ngoài vì bám vào vách trống và bị gạt đi bởi *Screw blade*.

Decanter gồm 3 bộ phận:

- Thân (housing)
- Trống quay được bố trí các cánh và vít tải cặn
- Hộp bánh răng

Dầu bẩn đi vào trống dạng dòng xoắn và được đẩy đi qua cụm cánh. Các cánh này có tác dụng định hình chất lỏng trong các khoang phân ly và làm cho khoảng lắng của hạt cặn ngắn lại, do đó giảm thời gian lắng cặn, làm tăng chất lượng phân ly. Ở đó, các hạt cặn bám vào bề mặt cánh và di chuyển ra phía ngoài biên của trống, lắng lại ở mặt trong của thân.

Đầu tiên, cặn bẩn được gạt sang khoang chứa cặn bởi các băng tải xoắn vít (*Screw blade*) lắp ở biên ngoài của trống. Sau đó, nó vào khoang hình nón và được chuyển đi bởi băng chuyền xoắn vít (*Screw conveyor*) là bộ phận có tốc độ quay nhỏ hơn tốc độ quay của trống.

Vùng bãi đáp cặn – không ngập trong chất lỏng, hình thành ngay phần nối tiếp khoang hình nón. Ở đó, cặn lỏng được tách ra khỏi cặn rắn và cùng được đẩy xả ra ngoài qua đường xả cặn.

3.5.2. Chọn máy lọc

Suất tiêu hao nhiên liệu nồi hơi phụ xấp xỉ 1.1 tấn/ngày, diện tích kết trục nhật đủ lớn cho 05 ngày đậu bến. ta chọn máy lọc kiểu DS-10V, có sản lượng 400l/h, công suất động cơ điện lai 1,5 kW.

Bảng 2: Một số kiểu máy lọc Decanter hiện hành của hãng Misubishi

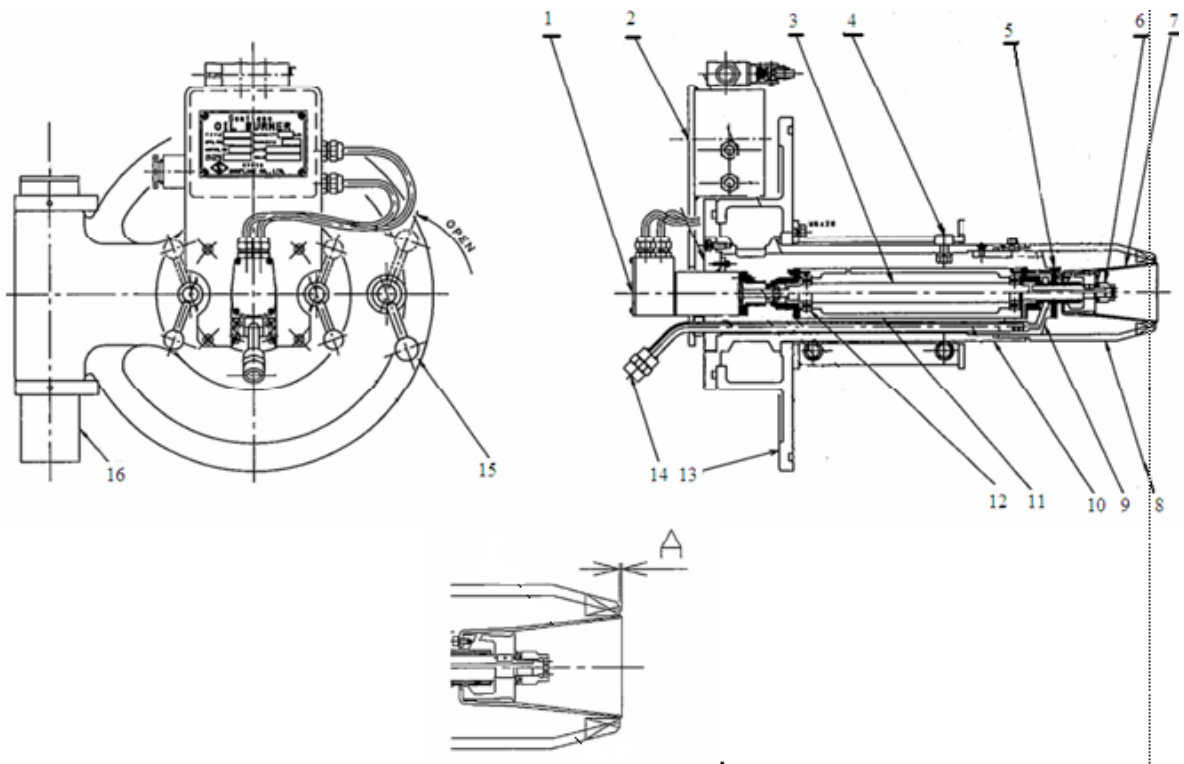
| Model | Capacity (l/h) | Bowl speed (rpm) | Motor (kW) | Demension L x W x H (m) | Weight (Ton) |
|-----------|----------------|------------------|------------|-------------------------|--------------|
| KVZ20M-V1 | 1800 | 5100 | 7.5 | 1.4 - 0.7 - 0.9 | 0.6 |
| KVZ20M-V2 | 2200 | 5100 | 7.5 | 1.4 - 0.7 - 0.9 | 0.6 |
| KVZ25M-V1 | 3000 | 4500 | 5.5 | 1.8 - 1.2 - 0.7 | 0.8 |

| | | | | | |
|-----------|------|------|-----|-----------------|-----|
| KVZ25M-V2 | 4000 | 4500 | 5.5 | 1.8 - 1.2 - 0.7 | 0.8 |
| DS - 10V | 400 | 7000 | 1.5 | 1.0 - 0.5 - 1.0 | 0.2 |
| DZ20 | 1000 | 5200 | 5.5 | 1.4 - 1.0 - 0.6 | 0.6 |

3.6 Chọn vòi phun nhiên liệu vào buồng đốt nội hơi phụ

Vòi phun nhiên liệu cho nội hơi phụ có nhiều loại: từ vòi phun áp lực duy trì áp suất phun 18-20kG/cm² để tạo sương, đến vòi phun khí nén hoặc hơi, đảm bảo chế độ phun sương vào buồng đốt nhờ áp suất khí nén hoặc hơi.

Với đặc điểm của nhiên liệu là dầu cặn tận dụng có lẫn tạp chất, có độ nhớt cao, ta chọn bộ vòi phun kiểu cóc xoay như trên hình 3.11.



Hình 3.11. Một kiểu bộ đốt kiểu cóc xoay dùng cho nồi hơi phụ tàu thủy

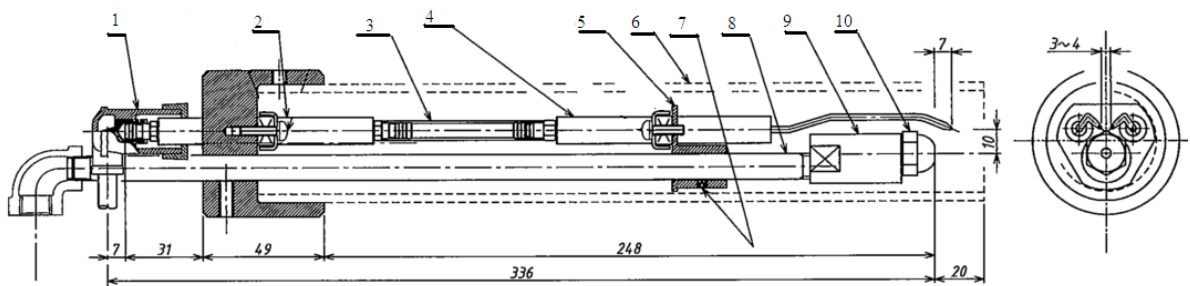
1. Nắp động cơ điện, 2. Hộp đầu dây, 3. Trục quay, 4. Bánh dẫn hướng, 5. Vành hướng dầu, 6. Đai ốc hãm, 7. Cóc xoay, 8. Ống cấp gió có cánh hướng, 9. Ống cấp dầu, 10. Ống cấp gió, 11. Ống bao trục, 12. Vòng bi và bộ làm kín, 13. Nắp buồng đốt, 14. Bộ nối ống dầu, 15. Tay khóa, 16. Ống cấp gió.

Bộ đốt nội hơi phụ kiểu cóc xoay này được lai bởi dây đai để giảm sự cố cho mô tơ trong những trường hợp kẹt dính phần quay bất thường.

Bộ đốt gồm có: cóc xoay, hộp gió, bộ đốt môi và thiết bị an toàn buồng đốt (Mắt lửa, các rơ le nhiệt, các van điện từ).

Dầu đốt được cấp vào bộ đốt cốc xoay tốc độ cao 5000v/phút. Nhiên liệu phát tán ra miệng cốc xoay nhờ lực quán tính ly tâm, gây ra bởi vòng quay cao. Màng dầu mỏng hình thành ở miệng cốc bị xé nhỏ tạo sương nhờ khí tốc độ cao đi vào với một góc độ thích hợp, nhờ vậy mà sự tạo sương và góc phun được hình thành.

Khí nạp buồng đốt được hướng dòng cấp vào tuần hoàn qua ống phun gió cơ sở, dễ dàng hòa trộn với các hạt nhiên liệu.



Hình 3.12. Bộ đốt môi

1. Dầu nối dây, 2. Khâu nối, 3. Ống bao, 4. Nến đánh lửa, 5. Bộ giá, 6. Ống dẫn hướng, 7. Vít chỉnh, 8. Ống dầu, 9. Vòi phun, 10. Đầu phun sương.

Quá trình cháy sẽ được hình thành nhờ vòi phun đốt môi dùng dầu DO, và tia lửa do nến đánh lửa tạo ra (hình 3.12).

Sự tạo sương được hình thành trên chu vi miệng cốc xoay, áp suất cấp nhiên liệu không cần cao, nhưng các hạt sương nhiên liệu vẫn đều và nhỏ. Điều này làm cho quá trình cháy hoàn toàn ngay cả ở những chế độ tải thấp, hệ số dư thừa không khí cũng vẫn đảm bảo.

Để đảm bảo chế độ phun sương tốt cho bộ đốt chính cần điều chỉnh khe hở A trên hình 3.11 trong khoảng từ 0 – 0.5mm.

Nếu $A \approx 0.5\text{mm}$, hạt sương sẽ to thô có thể gây hiện tượng bám các bon;

Nếu $A \approx 0$, dầu có thể bám lên vành vòi phun gió, gây hiện tượng nhỏ giọt.

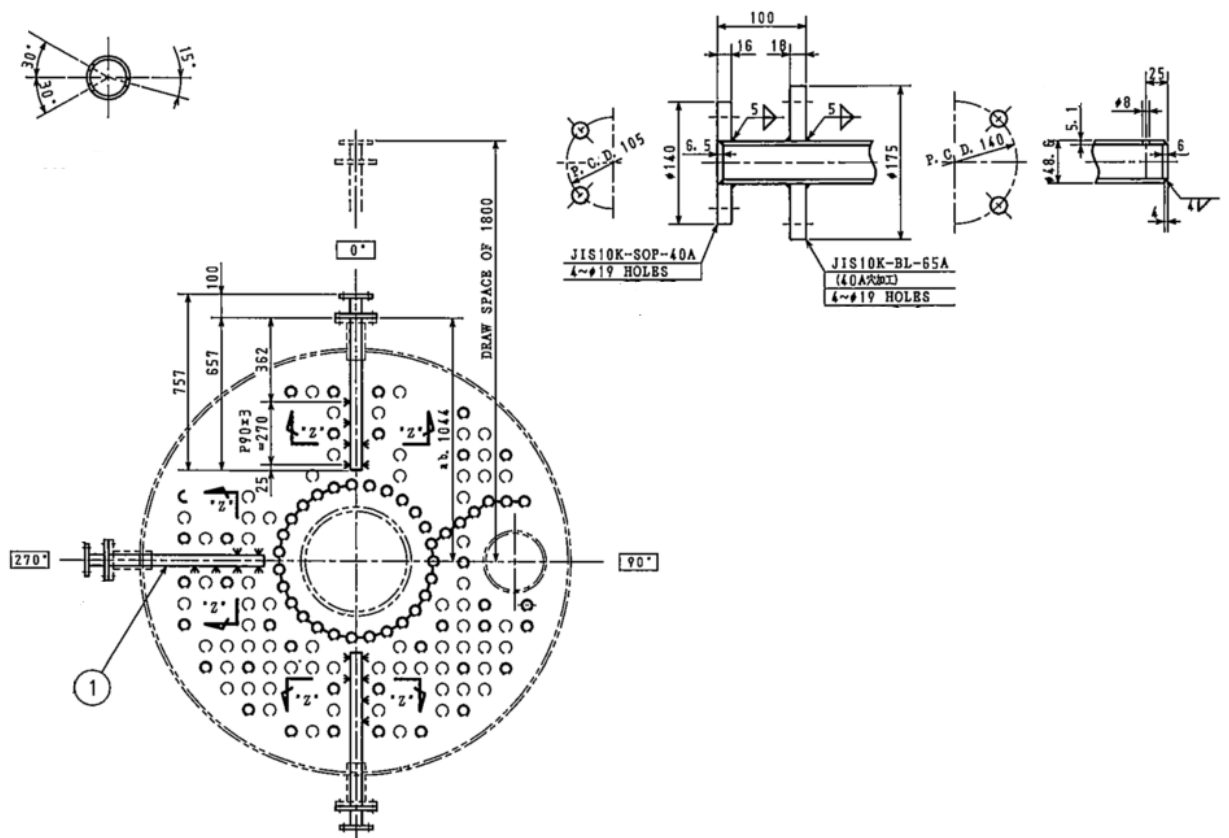
3.7 Thiết bị thổi muối

Sử dụng dầu cặn cho nồi hơi phụ sau khi đã xử lý qua máy lọc tách cặn không thể xem là không còn cặn dư và muối bám lên bề mặt trao nhiệt, mặc dù chúng ta đã chọn máy lọc hai pha tách cặn loại ‘nanoseparator’.

Bố trí thiết bị thổi muối ở những vị trí thích hợp cho các bề mặt trao nhiệt là các ống nước đứng với việc dùng hơi bão hòa áp suất phun khoảng 6kG/cm^2 sẽ cho hiệu quả trao nhiệt tốt và tăng tính tin cậy trong quá trình làm việc.

Hình 3.10 giới thiệu sơ đồ bố trí ống thổi muối cho một nồi hơi phụ kiểu ống nước với 3 vòi phun thổi muối bằng hơi, được bố trí trên chu vi nồi hơi ở các góc 0° , 180° và 270° , mỗi vòi phun bố trí 4 hàng lỗ phun đường kính $\Phi 8$, khoan 3 lỗ ở các góc khác nhau, mỗi hàng lỗ cách nhau 90mm.

Suất tiêu hao hơi cho mỗi vòi phun này khoảng 35kg/phút ở áp suất 6kG/cm^2 ;
Việc thổi muối được tiến hành hàng ngày theo mức độ bám muối



Hình 3.13 Thiết bị thổi muối

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Sử dụng dầu cặn cho việc đốt nồi hơi thay vì đốt hủy bỏ trong máy đốt rác, sẽ làm tăng hiệu suất hệ thống động lực tàu thủy, làm giảm tải cho máy đốt rác, nhưng điều chúng ta thu được lớn nhất là làm giảm phát thải khí đốt ra môi trường, nếu điều này được thực hiện trên đa số các tàu vừa và lớn chạy biển thì hiệu quả thu được sẽ rất lớn.

Một hệ thống xử lý dầu cặn thông thường được bố trí thêm một máy lọc tách cặn hai pha ‘nanoparticle separator’ giá thành không quá cao sẽ cho phép chúng ta giải quyết triệt để thành phần tạp chất trong dầu cặn, thứ có thể gây bám muối lên bề mặt trao nhiệt của nồi hơi. Điều còn lại là độ nhớt của dầu cặn cao có thể gây khó dễ cho các vòi phun thông thường cũng được xem xét thông qua việc sử dụng vòi phun nhiên liệu kiểu cốc xoay có tốc độ cao, tạo sương nhờ gió cấp vào có tốc độ và góc phun thích hợp.

Cần thiết có thể bố trí thêm thiết bị thổi muối để giải quyết thành phần tạp chất nhỏ mịn mịn xốp không thể tách được bằng phin lọc và máy lọc phân ly nhờ lực quán tính ly tâm.

4.2. Một số kiến nghị

- Hiện tại chưa có yêu cầu bắt buộc của tổ chức hàng hải thế giới về việc tận dụng dầu cặn do đó cần tính toán bài toán kinh tế để đưa ra phạm vi áp dụng cho cỡ tàu theo tuyến hành trình cũng như các trang thiết bị bố trí trong buồng máy đặc biệt là các tàu có bố trí nồi hơi phụ.

- Lựa chọn máy lọc hai pha trục nằm ngang loại có lưu lượng nhỏ để giảm đầu tư ban đầu cũng như giảm tiêu hao năng lượng trong sử dụng. Kết thải cặn của máy lọc này cần nghiên cứu để dễ dàng lấy cặn cho vào khay hay thùng chứa để tiện dụng cho việc đốt hủy bỏ trong máy đốt rác.

- Có thể bố trí phin lọc có độ mịn thích hợp trên đường xả dầu từ két lắng về két trực nhật để có thể xử lý tách cặn theo phương án này, như vậy két cặn cần bố

trí cao hơn các kết trực nhật và các kết chứa để có thể tách cặn hàng ngày qua phin lọc bằng phương án tự chảy.

























- Cần có hướng dẫn sử dụng tỉ mỉ cho hệ thống dầu đốt nội hơi, cho vận hành và bảo dưỡng nội hơi, đặc biệt là việc xử lý dầu cặn, vì nếu xử lý dầu cặn càng tốt thì càng giảm sự khác biệt so với dầu đốt thông thường. `

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *OSAKA BOILER MFG. CO., LTD-Instruction Manual for vertical composite boiler type OEVC2-2007*
2. *SHOWA INDUSTRIAL CO., LTD- Instruction Manual for shell & tube type heat exchanger-2007,2009*
3. *NSS ENDEAVOR FINISH PLAN-Piping diagram of each system in engine room*
4. *OSAKA BOILER MFG. CO., LTD-Instruction Manual for vertical oil fired boiler model OEV-2009*
5. *NSS HONESTY FINISH PLAN-Engine room general piping diagrams & tanks*
6. *Nguyễn Mạnh Thường-Nhiệt Kỹ Thuật và Truyền Nhiệt-Nhà xuất bản Hàng Hải-2014*
7. *MITSUBISHI KAKOKI KAISHA, CO., LTD-Nanoparticle separator*

PHỤ LỤC I

| | | PIPING SYMBOL LIST (PIPE AND PIPE JOINTS) | | PAGE | 4/46 |
|--------------------------------|--------|--|----------------------------|----------|--|
| | | | | DWG. NO. | |
| NO. | SYMBOL | SYMBOL DESIGNATION | NO. | SYMBOL | SYMBOL DESIGNATION |
| 1. GENERAL CONVENTIONAL SYMBOL | | | 2.18 | | PENETRATING WATERTIGHT BULKHEAD & DECK CROSSING |
| 1.1 | | PIPE | 2.19 | | PENETRATING NON WATER-TIGHT BULKHEAD & DECK CROSSING |
| 1.2 | | PIPE WITH INDICATION OF DIRECTION OF FLOW | 2.20 | | DRAIN PIPE LED TO BILGE |
| 1.3 | | APPLIANCES | 2.21 | | DRESSER(OR FLEXIBLE) TYPE EXPANSION PIPE JOINT |
| 1.4 | | INDICATING AND MEASURING INSTRUMENTS | | | |
| 1.5 | | OFF PAGE CONNECTOR | | | |
| 1.6 | | MAKER SUPPLY ITEM | 3. VALVES, COCKS AND FLAPS | | |
| 2. PIPES AND PIPE JOINTS | | | 3.1 | | VALVE, STRAIGHT THROUGH |
| 2.1 | | CROSSING PIPES NOT CONNECTED | 3.2 | | VALVE, ANGLE |
| 2.2 | | CROSSING PIPES CONNECTED | 3.3 | | VALVE, THREE WAY |
| 2.3 | | BRANCH PIPES | 3.4 | | NON-RETURN VALVE (FLAP) STRAIGHT |
| 2.4 | | TEE PIECE (FLANGED END) | 3.5 | | NON-RETURN VALVE (FLAP) ANGLE |
| 2.5 | | TEE PIECE (WELDED END) | 3.6 | | NON-RETURN VALVE (FLAP) STRAIGHT, SCREW DOWN |
| 2.6 | | FLEXIBLE JOINT FLEXIBLE PIPE JOINT | 3.7 | | NON-RETURN VALVE (FLAP) ANGLE, SCREW DOWN |
| 2.7 | | FLANGED JOINT | 3.8 | | SWING, STRAIGHT THROUGH |
| 2.8 | | SLEEVE JOINT | 3.9 | | SWING, ANGLE |
| 2.9 | | REDUCER | 3.10 | | PRESSURE REDUCING VALVE |
| 2.10 | | SCREWED JOINT | 3.11 | | SAFETY VALVE (RELIEF) |
| 2.11 | | WELDED JOINT | 3.12 | | SAFETY VALVE ANGLE (RELIEF) |
| 2.12 | | SLEEVE TYPE EXPANSION PIPE JOINT | 3.13 | | SELF-CLOSING VALVE STRAIGHT THROUGH |
| 2.13 | | BELLOWS TYPE EXPANSION PIPE JOINT | 3.14 | | SELF-CLOSING VALVE ANGLE |
| 2.14 | | EXPANSION BEND PIPE | 3.15 | | REGULATING VALVE |
| 2.15 | | BLANK FLANGE | 3.16 | | QUICK OPEN VALVE |
| 2.16 | | SPECTACLE FLANGE (OPEN) | 3.17 | | QUICK CLOSING VALVE |
| 2.17 | | SPECTACLE FLANGE (CLOSE) | 3.18 | | BUTTERFLY VALVE |
| | | | 3.19 | | GATE VALVE |

| | | PIPING SYMBOL LIST (PIPE AND PIPE JOINTS) | | PAGE | 5/46 |
|------|---|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | DWG. NO. | |
| NO. | SYMBOL | SYMBOL DESIGNATION | NO. | SYMBOL | SYMBOL DESIGNATION |
| 3.20 |  | HOSE VALVE STRAIGHT THROUGH | 4. CONTROL AND REGULATION PARTS | | |
| 3.21 |  | HOSE VALVE ANGLE | 4.1 |  | HAND OPERATED |
| 3.22 |  | FOOT VALVE | 4.2 |  | HAND OPERATED (LOCKED OPEN) |
| 3.23 |  | NEEDLE VALVE AND V- PORT VALVE, STRAIGHT THROUGH | 4.3 |  | HAND OPERATED (LOCKED CLOSE) |
| 3.24 |  | NEEDLE VALVE AND V- PORT VALVE, ANGLE | 4.4 |  | REMOTE CONTROL |
| 3.25 |  | COCK, STRAIGHT THROUGH | 4.5 |  | SPRING |
| 3.26 |  | COCK, ANGLE | 4.6 |  | MASS |
| 3.27 |  | COCK, THREE-WAY L-PORT IN PLUG | 4.7 |  | FLOAT |
| 3.28 |  | COCK, THREE-WAY T-PORT IN PLUG | 4.8 |  | PNEUMATIC PISTON |
| 3.29 |  | COCK, FOUR-WAY STRAIGHT THROUGH IN PLUG | 4.9 |  | HYDRAULIC OPERATED |
| 3.30 |  | LOCKED COCK | 4.10 |  | DIAPHRAGM OPERATED |
| 3.31 |  | BREATHER VALVE | 4.11 |  | DIAPHRAGM WITH POSITIONER |
| 3.32 |  | AUTO VENT VALVE | 4.12 |  | ELECTRIC MOTOR DRIVEN |
| 3.33 |  | MANIFOLD VALVE | 4.13 |  | AIR MOTOR DRIVEN |
| 3.34 |  | STORM VALVE STRAIGHT THROUGH | 4.14 |  | SOLENOID ACTUATOR |
| 3.35 |  | STORM VALVE ANGLE | | | |
| 3.36 |  | NON-RETURN VALVE W/HOOSE CONNECTION | | | |
| 3.37 |  | BALL VALVE | 5. FITTINGS | | |
| 3.38 |  | PRESSURE GAUGE & VACUUM GAUGE VALVE | 5.1 |  | ROSE BOX |
| 3.39 |  | BALL CHECK WITHOUT SPRING VALVE | 5.2 |  | MUD BOX |
| 3.40 |  | BALL CHECK WITH SPRING VALVE | 5.3 |  | SIMPLEX WATER STRAINER |
| 3.41 |  | BALL VALVE WITH QUICK COUPLING | 5.4 |  | SIMPLEX OIL STRAINER |
| | | | 5.5 |  | DUPLEX OIL STRAINER |
| | | | 5.6 |  | SEPARATOR |
| | | | 5.7 |  | DRAIN TRAP |
| | | | 5.8 |  | Y-TYPE STRAINER |