

**NỒI HƠI TẬN DỤNG NHIỆT KHÍ XẢ
ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY KIỂU MODUYN**
THE MODULAR BOILER USING HEAT FROM EXPLLED AIR OF MAIN ENGINE

GS. TS. LÊ VIẾT LƯỢNG; NCS. NGUYỄN NGỌC HẢI; KS. PHAN VĂN ĐỨC
Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH
PGS. TS. PHẠM LÊ DÀN
Đại học Bách khoa

Tóm tắt

Nội dung bài báo trình bày một số kết quả về thiết kế và chế tạo nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả kiểu moduyn.

Abstract

The article presents some results of design and manufacture of a modular boiler using heat from expelled air.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay ở Việt Nam ngành công nghiệp đóng tàu phát triển nhanh chóng. Trong những năm gần đây các nhà máy đóng tàu của Việt Nam đã đóng những con tàu có trọng tải lớn. Động cơ chính được lắp trên những con tàu này là động cơ diesel có công suất tới hàng chục ngàn mã lực. Khí xả do động cơ chính thải ra có lưu lượng lớn, áp suất và nhiệt độ còn khá cao, khoảng 0,35 Mpa và 400°C, mang theo nguồn năng lượng lớn thải ra ngoài. Nguồn năng lượng này chiếm khoảng 20% đến 25% tổng nhiệt lượng sinh ra trong buồng cháy động cơ, ngoài ra nhiệt do nước làm mát thải ra chiếm khoảng 10% đến 16% tổng nhiệt lượng sinh ra trong buồng đốt. Nếu tận dụng một phần nguồn nhiệt này sẽ góp phần tiết kiệm nhiên liệu và tăng hiệu suất của hệ động lực tàu thủy.

Vấn đề tận dụng nguồn năng lượng của khí xả do động cơ thải ra đã được thực hiện từ lâu đối với các nước có ngành đóng tàu phát triển. Hiện nay tất cả nồi hơi khí xả đang sử dụng trên các tàu vận tải biển của Việt Nam đều được thiết kế, chế tạo tại các nước có nền công nghiệp phát triển. Với sự phát triển các ngành công nghiệp nói chung và ngành công nghiệp đóng tàu nói riêng như những năm gần đây, chúng ta cần phải tự thiết kế và chế tạo để sử dụng. Cải tiến các loại nồi hơi khí xả hiện đang sử dụng nhằm giảm chi phí chế tạo, thuận lợi cho quá trình bảo dưỡng, sửa chữa, tiến tới chế tạo trong nước là bước đi hợp lý nhằm tăng cường tỷ lệ nội địa hoá ngành đóng tàu và giảm giá thành đóng mới, nâng cao hiệu quả khai thác con tàu.

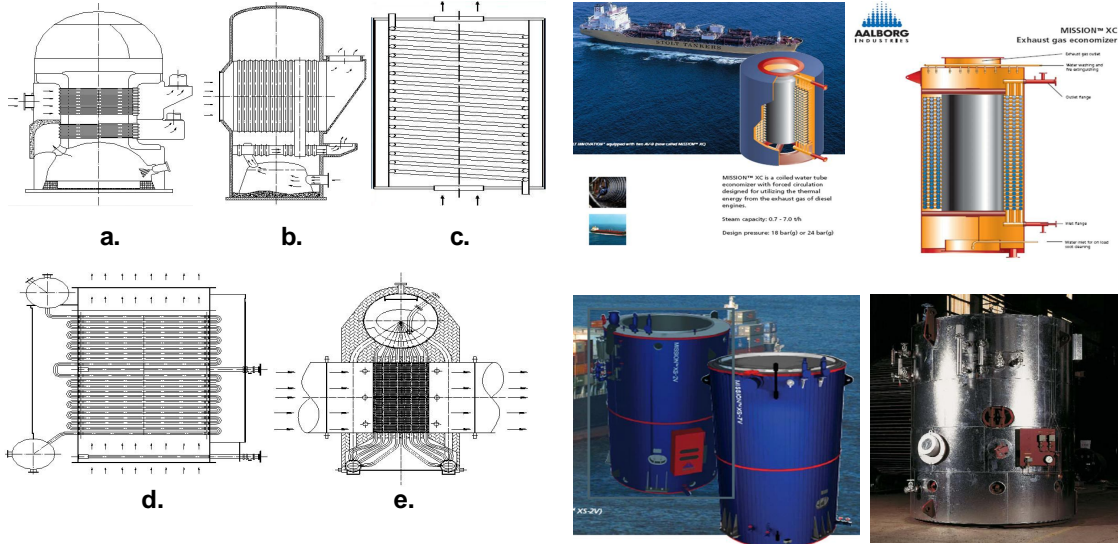
Đối với các động cơ tàu thủy sử dụng nhiên liệu nặng bắt buộc phải sử dụng nguồn nhiệt để hâm sấy, vì thế trên tàu cần phải có nồi hơi để sinh hơi sấy nhiên liệu và phục vụ các nhu cầu khác trên tàu. Tùy thuộc loại tàu, công dụng của tàu, tùy thuộc nhu cầu hơi thực tế và phụ thuộc chủ tàu mà trên tàu thủy có thể bố trí nồi hơi phụ hoặc nồi hơi khí xả hoặc nồi hơi phụ – khí xả hoặc nồi hơi phụ và nồi hơi khí xả. Hiện nay tất cả các loại tàu có trọng tải lớn đóng ở nước ngoài hay đóng tại Việt Nam đều lắp nồi hơi do các hãng sản xuất nồi hơi nổi tiếng chế tạo. Tuy nhiên đối với các loại tàu trọng tải khoảng 3000 đến 5000 tấn đóng cho các chủ tàu Việt Nam, thường sử dụng động cơ chính có công suất khoảng 1500 đến 3000 mã lực chạy bằng nhiên liệu nặng, thường lắp nồi hơi của Trung Quốc hoặc lắp thiết bị sấy nhiên liệu bằng điện.

Nếu tự chế tạo được loại nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả hay nồi hơi phụ - tận dụng nhiệt khí xả sẽ khuyến khích các doanh nghiệp vận tải sử dụng, điều đó làm giảm lượng nhiên liệu tiêu thụ, giảm ô nhiễm môi trường, góp phần giảm thiểu hiệu ứng nhà kính và cuối cùng tăng hiệu quả khai thác con tàu, đồng thời góp phần tăng cường khả năng nội địa hóa ngành đóng tàu, tăng năng lực nghiên cứu chế tạo của đội ngũ cán bộ khoa học trong ngành và tăng việc làm.

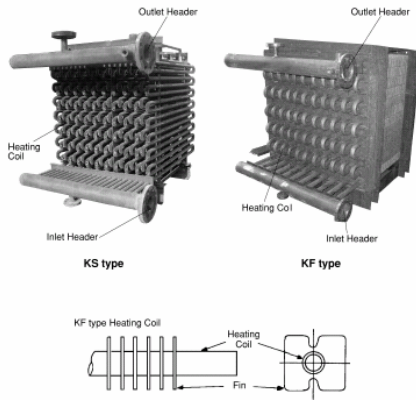
2. Phân tích kết cấu nồi hơi đang sử dụng và đề xuất kết cấu nồi hơi mới

Với mục đích nghiên cứu thiết kế một dạng nồi hơi có kết cấu cải tiến cần phải phân tích đánh giá các loại nồi hơi đang được sử dụng khai thác trên tàu thủy hiện nay, từ đó tiếp thu tính ưu việt của chúng, giảm bớt nhược điểm và có thể tích hợp thành kiểu nồi hơi mới thoả mãn nhu

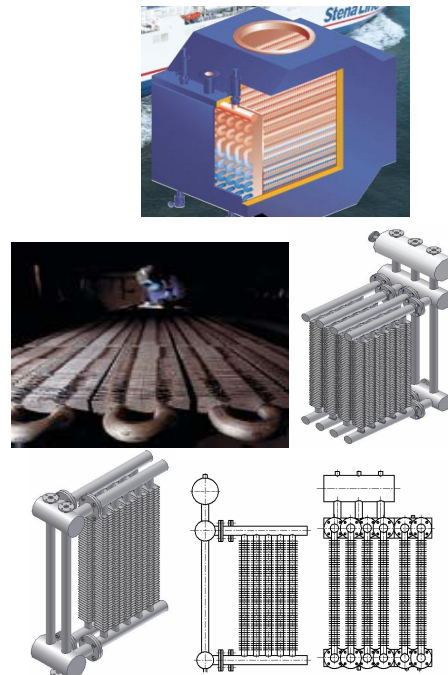
cầu đặt ta. Một số dạng kết cấu nồi hơi thường dùng hiện nay có thể phân thành 5 dạng sau đây: Nồi hơi ống lửa nằm; Nồi hơi ống nước đứng; Nồi hơi ống nước xoắn kiểu lò xo (hình 1); Nồi hơi ống nước nằm xoắn kiểu ruột gà (hình 1); Nồi hơi ống nước tuần hoàn tự nhiên. Sau khi phân tích các dạng kết cấu nồi hơi có thể thấy các loại nồi hơi này có nhiều ưu điểm, song cũng có các nhược điểm chủ yếu sau:



Hình 1. Một số dạng kết cấu nồi hơi khí xả thường dùng.
a. Nồi hơi ống lửa nằm;
b. Nồi hơi ống nước đứng;
c. Nồi hơi ống nước xoắn kiểu lò xo;
d. Nồi hơi ống nước xoắn nằm kiểu lò xo;
e. Nồi hơi ống nước.



Hình 2. Kết cấu nồi hơi khí xả kiểu lò xo và ống xoắn ruột gà hiện đang sử dụng.



Hình 3. Kết cấu nồi hơi khí xả cải tiến kiểu moduyn do nhóm tác giả thiết kế.

- Kết cấu nồi hơi được chế tạo liền thành một khối cứng vững nên không thuận tiện cho việc lắp đặt, sửa chữa, bảo dưỡng, thay thế.

- Kết cấu các chi tiết phức tạp nên chế tạo khó khăn, giá thành cao và cần phải trang bị các thiết bị chế tạo đắt tiền, đồng thời cần phải có đội ngũ thợ tay nghề bậc cao mới chế tạo được.

Trên cơ sở đánh giá các loại nồi hơi đang sử dụng nhóm tác giả nghiên cứu và đề xuất loại nồi hơi khí xả kiểu moduyn (hình 3) là loại nồi hơi ống nước có bộ hâm nước tiết kiệm, tuần hoàn tự nhiên, gồm có các vỉ ống (các moduyn) lên có cánh nối liền hai ống góp dưới và ống góp trên với ba lông trên và những ống xuống nối liền ba lông trên với ống góp dưới.

Trong quá trình hoạt động khói thải đi qua toàn bộ các vỉ ống nước có cánh. Nước nhận nhiệt, một phần bốc hơi thành hỗn hợp nước và hơi nhẹ hơn đi vào ba lông hơi - nước và tiếp tục phân ly một lần nữa tại ba lông hơi rồi mới đưa đi sử dụng, còn phần nước sẽ cùng nước mới cấp vào đi theo ống xuống vào ống góp dưới, tiếp tục cấp cho ống nước lên. Để tăng hiệu suất nồi hơi, có lắp thêm một bộ hâm nước, có kết cấu tương tự kết cấu nồi hơi khí xả nhưng có kích thước nhỏ hơn. Nước trong bộ hâm nước tuần hoàn tự nhiên, sau khi được hâm đến nhiệt độ nhất định sẽ được cấp vào nồi hơi. Đây là kiểu kết cấu nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả kiểu mới chưa thấy công bố trên các công trình nghiên cứu về nồi hơi nói chung và nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả nói riêng cả ở Việt Nam và trên thế giới. Loại nồi hơi này có bộ phận sinh hơi và bộ phận hâm nước tiết kiệm, các dàn sinh hơi và hâm nước được chế tạo thành các vỉ kiểu moduyn và lắp ghép với các balong chứa nước, chứa hơi bằng bu lông nên qui trình chế tạo và thiết bị dùng để chế tạo đơn giản, thuận tiện cho việc lắp ráp, thay thế, bảo dưỡng, sửa chữa.

3. Sơ đồ tính nồi hơi khí xả kiểu moduyn và tính các thông số công tác của nồi hơi

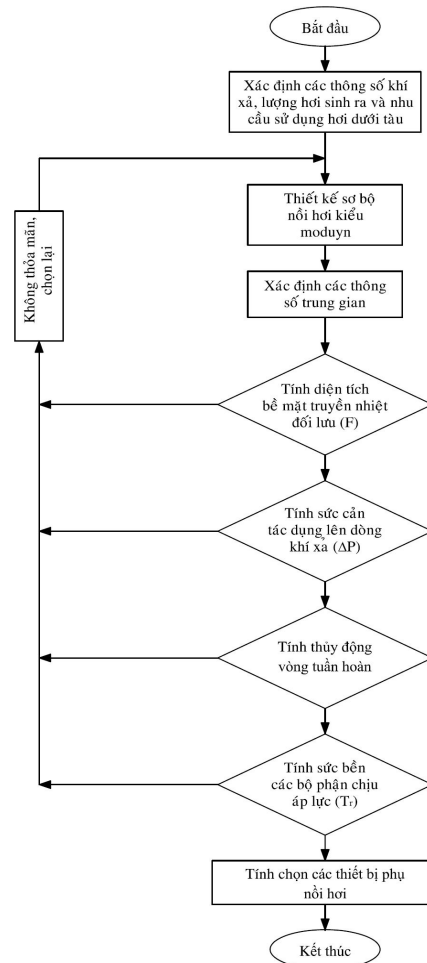
Trên cơ sở kết cấu nồi hơi kiểu moduyn đã thiết kế sơ bộ tiến hành tính các bài toán:

- Tính các thông số khí xả của động cơ;
- Tính diện tích bề mặt trao nhiệt;
- Tính thủy lực;
- Tính nghiệm bền kết cấu các chi tiết và cụm chi tiết;
- Tính các thiết bị phụ trợ.

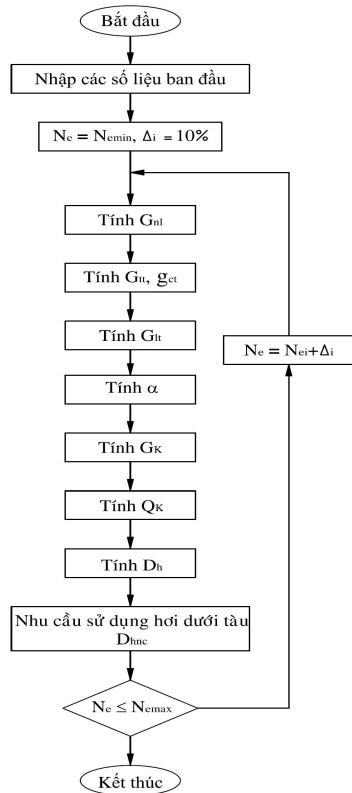
Các bước nồi hơi khí xả kiểu moduyn được trình bày trên sơ đồ hình 4. Để lựa chọn chế độ công tác của động cơ phục vụ thiết kế nồi hơi khí xả kiểu moduyn cần phải tính các thông số khí xả của động cơ theo sơ đồ thuật toán xem (hình 5), kết quả tính trình bày trên hình 6.

Kết cấu nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả kiểu moduyn và mối liên kết kiểu bulong được trình bày trên hình 7, 8 và một số hình ảnh chế tạo thực tế, thử nghiệm được trình bày trên hình 10.

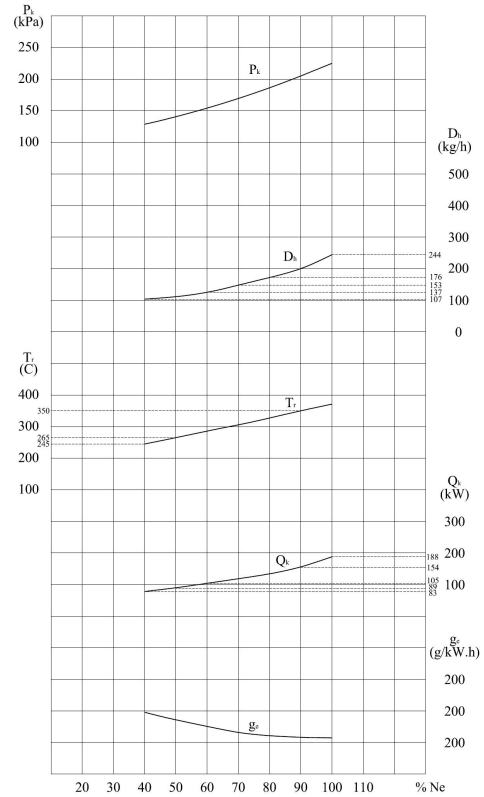
Nhóm tác giả đã thiết kế, chế tạo nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả kiểu moduyn có áp suất thiết kế 10 kG/cm², áp suất làm việc 6 kG/cm²; diện tích bề mặt truyền nhiệt phần nồi hơi 13,6 m², phần hâm nước tiết kiệm 4,2 m²; kích thước nồi hơi: BxLxH: 1750 x 1250 x 1100.



Hình 4. Sơ đồ tính nồi hơi khí xả kiểu moduyn.

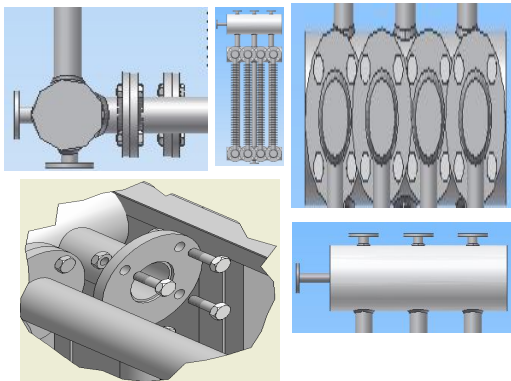


Hình 5. Sơ đồ thuật toán chương trình tính các thông số khí xả của động cơ.

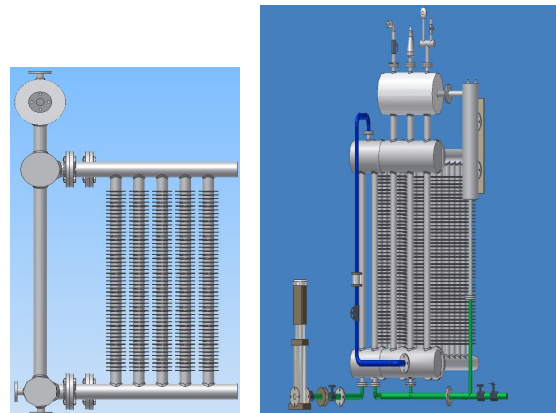


Hình 6. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi các thông số công tác của động cơ và nội hơi khi thay đổi công suất động cơ.

4. Kết quả chế tạo và thử nghiệm nồi hơi khí xả kiểu moduyn



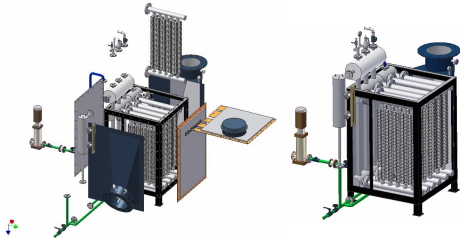
Hình 7. Kết cấu và mối liên kết giữa các chi tiết và cụm chi tiết nồi hơi kiểu moduyn.



Hình 8. Kết cấu một vị và kết cấu tổng thể dàn ống, phụ kiện nồi hơi khí xả kiểu moduyn.

Bản thiết kế và sản phẩm nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả kiểu moduyn đã chế tạo đã được Cục Đăng kiểm Việt Nam cấp:

- Giấy chứng nhận duyệt bản thiết kế nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả;
- Biên bản kiểm tra chế tạo nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả theo bản thiết kế đã duyệt;
- Giấy chứng nhận chế tạo nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả.



Hình 9. Kết cấu tổng thể nồi hơi khí xả và bộ hâm nước tiết kiệm kiểu moduyn dạng 3D.



Hình 10. Một số hình ảnh chế tạo nồi hơi khí xả và bộ hâm nước tiết kiệm kiểu moduyn.

Nồi hơi sau khi chế tạo đã lắp thử nghiệm trên tàu, khi hoạt động hơi lên nhanh, sau khi động cơ chính làm việc 15 phút áp suất hơi đã lên đủ 6 kG/cm^2 . Nhiệt độ khí xả giảm được 50°C so với các nồi hơi khí xả khác, cụ thể nhiệt độ khí xả ra khỏi bộ hâm nước là 250°C ; nhiệt độ nước sau bộ hâm nước vào nồi hơi là 150°C . Kết quả nghiên cứu lý thuyết và thử nghiệm cho thấy kết cấu nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả có ghép nối với bộ hâm nước tiết kiệm kiểu moduyn hoạt động theo nguyên lý tuần hoàn tự nhiên thỏa mãn yêu cầu chung như nồi hơi truyền thống và loại nồi hơi này đảm bảo độ tin cậy khi lắp ráp và khai thác. Kết quả thử nghiệm cho thấy bước đầu đạt kết quả tốt và kết cấu kiểu moduyn hoàn toàn thỏa mãn để chế tạo nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả và ưu việt hơn hẳn so với nồi hơi khí xả truyền thống.

5. Hiệu quả của việc thiết kế, chế tạo nồi hơi khí xả kiểu moduyn

- Đề xuất loại nồi hơi khí xả có kết cấu mới kiểu moduyn chưa có công trình nghiên cứu nào công bố.
- Quy trình công nghệ chế tạo, tháo lắp đơn giản, giá thành chế tạo thấp.
- Góp phần làm phong phú và đa dạng hóa các loại nồi hơi phục vụ nhu cầu sản xuất.
- Không tiêu tốn nhiên liệu, nâng cao hiệu quả khai thác con tàu và góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường, kết cấu loại nồi hơi này có nhiều ưu điểm so với nồi hơi truyền thống.
- Tạo điều kiện thuận lợi cho các doanh nghiệp trong nước tự chế tạo sản phẩm nhằm tăng cường khả năng nội địa hoá ngành đóng tàu nói riêng và ngành cơ khí nói chung.
- Chủ động trong việc cung cấp thiết bị phục vụ cho ngành đóng mới và khai thác tàu thủy; góp phần làm giảm giá thành nồi hơi nhập khẩu.
- Cung cấp thiết bị nghiên cứu, thực nghiệm cho nhà trường.
- Phục vụ công tác đào tạo trong trường đại học.

Kết quả tính toán sơ bộ cho thấy nếu dùng nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả sinh hơi phục vụ cho nhu cầu sấy dầu và nhu cầu sinh hoạt trên tàu thay cho việc sử dụng động cơ lai máy phát điện phục vụ sấy dầu bằng điện đối với con tàu đang nghiên cứu thì chỉ sau khoảng 4 tháng khai thác sẽ hoà toàn bộ vốn đã đầu tư lắp hệ thống nồi hơi khí xả, đồng thời không gây ô nhiễm môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Ngọc Hải, Lê Viết Lượng, Phạm Lê Dần (2007), *Đánh giá các loại nồi hơi khí xả đang sử dụng và đề xuất dạng kết cấu mới*, Tạp chí Khoa học - công nghệ hàng hải, Hải Phòng.
- [2] Lê Viết Lượng (2000), *Lý thuyết động cơ đizeen*, NXB Giáo dục.
- [3] Lê Viết Lượng, Nguyễn Ngọc Hải, Phạm Lê Dần (2008), *Chế tạo thử nghiệm nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả động cơ diesel tàu thủy kiểu moduyn nhằm tiết kiệm nhiên liệu*, Đề tài NCKH cấp bộ.

Người phản biện: ThS. Nguyễn Anh Việt, ThS. Phạm Quốc Việt