

# KHẢO SÁT, NGHIÊN CỨU VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG LẠNH BỔ SUNG CHO TÀU ĐÁNH CÁ XA BỜ

## SURVEY, RESEARCH AND DESIGN THE SUPPLEMENTARY REFRIGERATION SYSTEMS FOR OFFSHORE FISHING VESSELS

Phan Quý Trà<sup>1</sup>, Lê Quang Nam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Cao đẳng Công nghệ, Đại học Đà Nẵng; Email: pqtra@dct.udn.vn

<sup>2</sup>Sở Khoa học Công nghệ, Thành phố Đà Nẵng; Email: namql1910@yahoo.com

**Tóm tắt** - Bài báo khảo sát tình trạng bảo quản lạnh trên các tàu đánh bắt cá xa bờ trên địa bàn thành phố Đà Nẵng; nghiên cứu các phương pháp bảo quản hải sản đánh bắt trên tàu biển; đề xuất các phương án bảo quản lạnh bổ sung trên tàu cá; tính toán nhu cầu làm lạnh thực tế của tàu; thiết kế hệ thống lạnh bổ sung phù hợp với một tàu đánh bắt cá xa bờ được chọn. Nghiên cứu này là cơ sở để thực hiện chế tạo lắp đặt một mô hình thí điểm hệ thống lạnh bổ sung cho tàu cá; mở ra một triển vọng mới trong việc bảo quản thực phẩm cho những chuyến đi biển dài ngày; giúp tăng thời gian đi biển của ngư dân cũng như tăng chất lượng của sản phẩm và đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm.

**Từ khóa** - đánh bắt xa bờ; hệ thống lạnh; thiết bị bay hơi; thiết bị ngưng tụ; máy nén lạnh; tàu cá.

### 1. Đặt vấn đề

Đà Nẵng là thành phố biển ở trung tâm miền Trung, nơi có nhiều tiềm năng về phát triển trong đó có tiềm năng khai thác thủy hải sản, ngư nghiệp. Theo thống kê năm 2011 của Cục ngư nghiệp, sản lượng khai thác hải sản 2.226.600 tấn tăng gấp 4,6 lần so với năm 2001; Giá trị kim ngạch xuất khẩu từ khai thác hải sản đạt gần 2 tỷ USD, chiếm 33% trong tổng số kim ngạch xuất khẩu thủy sản (6,1 tỷ USD), tạo công ăn việc làm cho khoảng 700 nghìn lao động trực tiếp trên biển [1].

Tuy nhiên, hoạt động khai thác thủy sản quy mô đánh bắt nhỏ lẻ, phân tán và thiếu sự liên kết; công nghệ khai thác, đặc biệt là công nghệ bảo quản sản phẩm sau đánh bắt còn lạc hậu. Các phương pháp bảo quản hiện tại vẫn theo phương pháp truyền thống là bảo quản bằng hầm gỗ, ướp sản phẩm bằng nước đá xay, ướp muối. Chính điều này là nguyên nhân khiến sụt giảm năng suất, sản lượng và chất lượng của hải sản sau khai thác, tổn thất sau thu hoạch chiếm gần 20% tổng giá trị.

Do đó, yêu cầu thực tế hiện nay là tìm kiếm một giải pháp tối ưu trong vấn đề bảo quản sản phẩm sau thu hoạch là động lực, mục tiêu then chốt của đề tài này.

Chúng tôi, nhóm nghiên cứu mong muốn đề xuất một phương án nhằm giải quyết bài toán là giảm tối đa các tổn thất sau khai thác: tổn thất nguyên liệu (đá cây); tổn thất do hư hại hải sản... Trên cơ sở đó, với việc triển khai đề tài “Nghiên cứu hệ thống lạnh cho tàu cá phục vụ nhu cầu đánh bắt xa bờ” không chỉ hướng đến mục tiêu tiết kiệm nguyên liệu đá bảo quản lạnh, giảm tải trọng tàu khi ra khơi mà còn đạt được ý nghĩa lớn hơn là giảm tổn thất lạnh sau thu hoạch trong khai thác hải sản, kéo dài thời gian đi biển, nâng cao năng suất và chất lượng của sản phẩm thu hoạch. Hệ thống lạnh bổ sung sẽ góp phần tiết kiệm các chi phí từ đánh bắt thủy sản cho ngư dân, nâng cao hiệu quả kinh tế.

**Abstract** - This article presents our survey on the cooling preservation of fish on offshore fishing vessels in Danang – Vietnam in general and our research on one fishing vessel in particular. In this research, the current cooling system of the vessel was investigated, its cooling load demand calculated, and a design of the supplementary refrigeration systems proposed. This study is the basis to manufacture and install an supplementary cooling system for a fishing vessel; which opens a new prospect for fish preservation for a long seafaring; lengthening the time on sea of fisherman as well as increasing the quality of fish and food hygiene and safety.

**Key words** - key words–Offshore fishing; refrigeration system; evaporator; condenser; compressor; fishing vessel.

### 2. Khảo sát, nghiên cứu và thiết kế hệ thống lạnh bổ sung cho tàu đánh cá xa bờ:

#### 2.1. Khảo sát, đánh giá:

Căn cứ trên kết quả khảo sát 30 đơn vị tàu cá trên địa bàn thành phố Đà Nẵng với kết quả cụ thể như sau:

- Kết quả khảo sát cho thấy hơn 86,7 % các tàu cá được chọn khảo sát thì hầm bảo quản được bảo ôn rất sơ sài. Các tàu này chỉ được cách nhiệt 1-3 lớp với các vật liệu có khả năng cách nhiệt không cao như mùt, xốp, ván gỗ. Chỉ 13,3% tàu cá được bảo ôn tốt với 7 lớp hay được phủ PU. Thực tế khảo sát đã cho thấy các tàu được bảo ôn, cách nhiệt tốt thì lượng đá mang theo ít hơn với cùng 1 thời gian đi biển (Bảng 1)

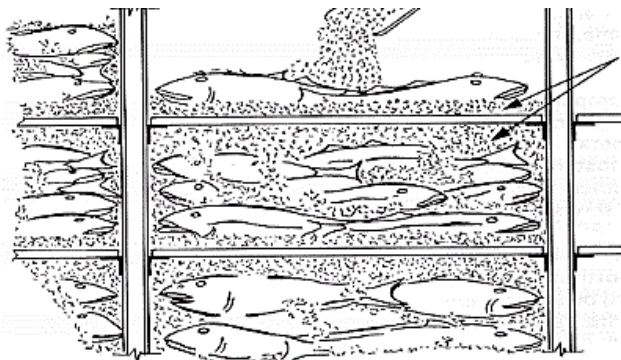
**Bảng 1.** Cấu trúc lớp cách nhiệt trên các tàu cá

Cấu tạo các lớp	Số tàu
Phủ PU cách nhiệt	1
Ván, xốp	10
Ván, xốp, mùt	10
Ván, xốp, mùt trắng, mùt đen	4
Ván, giấy dầu, xốp, mùt	
Ván, xốp, mùt, bao bọc	
Ván, mùt mỏng, xốp, mùt mỏng, mùt đen	2
Ván, mùt mỏng, giấy dầu, xốp, mùt mỏng, giấy dầu, mùt trắng, mùt đen	3

(Trích báo cáo đánh giá khảo sát 30 đơn vị tàu cá trên địa bàn thành phố Đà Nẵng – Trung tâm Tiết kiệm năng lượng và tư vấn chuyên giao công nghệ Đà Nẵng)[2]

- Phương pháp bảo quản hải sản trên tàu là xếp xen kẽ 1 lớp đá và 1 lớp hải sản. Phương pháp này chỉ hiệu quả đối với các hầm có khả năng trữ lạnh tốt, tuy nhiên đối với các hầm vách gỗ, không cách nhiệt tốt thì chỉ sau thời gian ngắn, sẽ tổn thất nhiệt và hệ quả là sẽ nhanh làm hỏng sản phẩm. Kết quả khảo sát thực tế trước và sau mỗi chuyến ra khơi đều cho thấy khi bắt đầu ra khơi, với lượng đá xay

lớn, nhiệt độ các hầm đạt ở mức 4-5°C, tuy nhiên khi các tàu cá vào bờ thì lượng đá còn lại trong khoang giảm đáng kể, nhiệt độ hầm bảo quản tăng kéo theo các hải sản bị mềm, nhũn, lượng hải sản đạt yêu cầu của các công ty chế biến thủy sản không cao. Việc tổn thất lạnh trong các hầm bảo quản là điều tất yếu với đa số kết cấu hầm bảo quản hiện nay (Hình 1)



Hình 1. Phương pháp bảo quản hải sản hiện nay của các tàu cá [3]

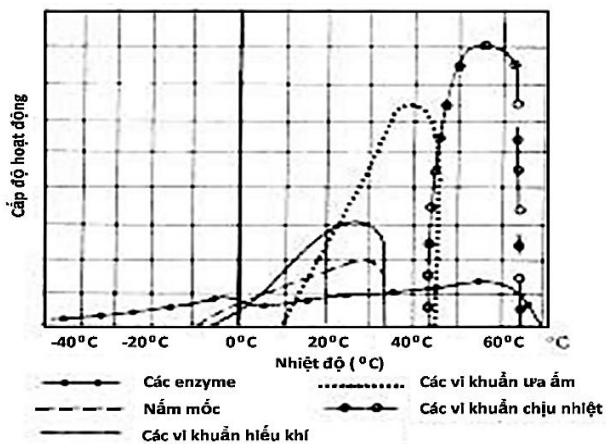
- Theo kết quả khảo sát và nghiên cứu khác trên các tàu đánh bắt cá thì các tàu cá sử dụng nước đá bảo quản có tỷ lệ tổn thất sau khai thác là 20% và với phương pháp ướp muối truyền thống thì lượng tổn thất lên tới 30%.

Bảng 2. Nhiệt độ hầm bảo quản và thời gian đi biển

Nhiệt độ (°C)	Thời gian bảo quản
0	11-12 ngày
0,5	6-8 ngày
3	5-6 ngày
5	3,5 ngày
8	2-3 ngày
10	20-30 giờ

(Theo Báo cáo khảo sát đánh giá 30 tàu cá tại Đà Nẵng) [2]

Nhiệt độ và thời gian bảo quản sản phẩm là hai yếu tố rất quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Đây là vấn đề mà các thuyền trưởng, chủ tàu cá có thể chưa nhận thức đầy đủ. Tại một số nước có nền đánh bắt cá tiên tiến, nhiệt độ các hầm bảo quản luôn duy trì ở nhiệt độ âm. Điều này làm cho thời gian đánh bắt được kéo dài đáng kể.



Hình 2. Cấp độ hoạt động của các vi khuẩn theo nhiệt độ bảo quản hải sản [3]

Một số nghiên cứu, khảo sát đã cho thấy lượng đá cần thiết để bảo quản hải sản bao gồm lượng nước đá cần thiết để làm hải sản từ nhiệt độ môi trường về nhiệt độ bảo quản,

lượng đá cần thiết để làm lạnh nước trong hầm bảo quản từ nhiệt độ môi trường về nhiệt độ bảo quản và lượng đá cần thiết để duy trì nhiệt độ bảo quản trong hầm ở 0°C. Trong đó, nhiệt độ bảo quản tối ưu nhất là từ 10°C trở xuống nhiệt độ âm. Vì trong điều kiện này các loại vi khuẩn thường ít phát triển gây giảm chất lượng hải sản (hình 2).

## 2.2. Nghiên cứu và thiết kế hệ thống lạnh bổ sung cho một tàu đánh bắt xa bờ

### 2.2.1. Hiện trạng tàu cá lựa chọn triển khai

Trên cơ sở các yêu cầu của đề tài chúng tôi lựa chọn tàu cá của ông Đồng Văn Đền để thực hiện đề tài. Chúng tôi ghi nhận hiện tại tàu được đóng mới, thuộc lĩnh vực khai thác thủy sản bằng lưới căng, công suất tàu là 840 CV (mã lực), sản lượng khai thác thực tế ước tính đạt 20 tấn hải sản (tàu gồm 6 hầm và mỗi hầm có sản lượng trung bình đạt 3,5 tấn, tổng sản lượng là 20 – 21 tấn hải sản), thời gian tàu khai thác đánh bắt trên biển từ 15 – 20 ngày.

Bảng 3. Thông số về vật liệu và kích thước hầm lạnh dự kiến thực hiện

Vật liệu làm hầm	Kích thước hầm	Thời gian đi biển
Gỗ, mốp, xốp cách nhiệt poly styrofor	Đáy dưới: 3700 mm Đáy trên: 4250 mm Cao: 2400 mm Rộng: 1000 mm	20 ngày

Bảng 4. Thông số kỹ thuật của các thiết bị trên tàu

Máy chính		Máy phụ	
Hãng sản xuất	CUMMINS	Hãng sản xuất	DAEWOO
Nơi sản xuất	Mỹ	Nơi sản xuất	Hàn Quốc
Số xi lanh	6 xi lanh	Số xi lanh	6 xi lanh
Ký hiệu	S6A-MTK	Ký hiệu	6 DAEWOO
Công suất định mức [HP]	520 HP	Công suất định mức [HP]	320 HP
Số vòng quay định mức	2000 v/phút	Số vòng quay định mức	2200 v/phút
Hộp số	TQ	Hộp số	TQ
Tỉ số truyền	4,5:1	Tỉ số truyền	4:1
Khởi động	Điện	Khởi động	Điện
Làm mát	Trực tiếp	Làm mát	Trực tiếp

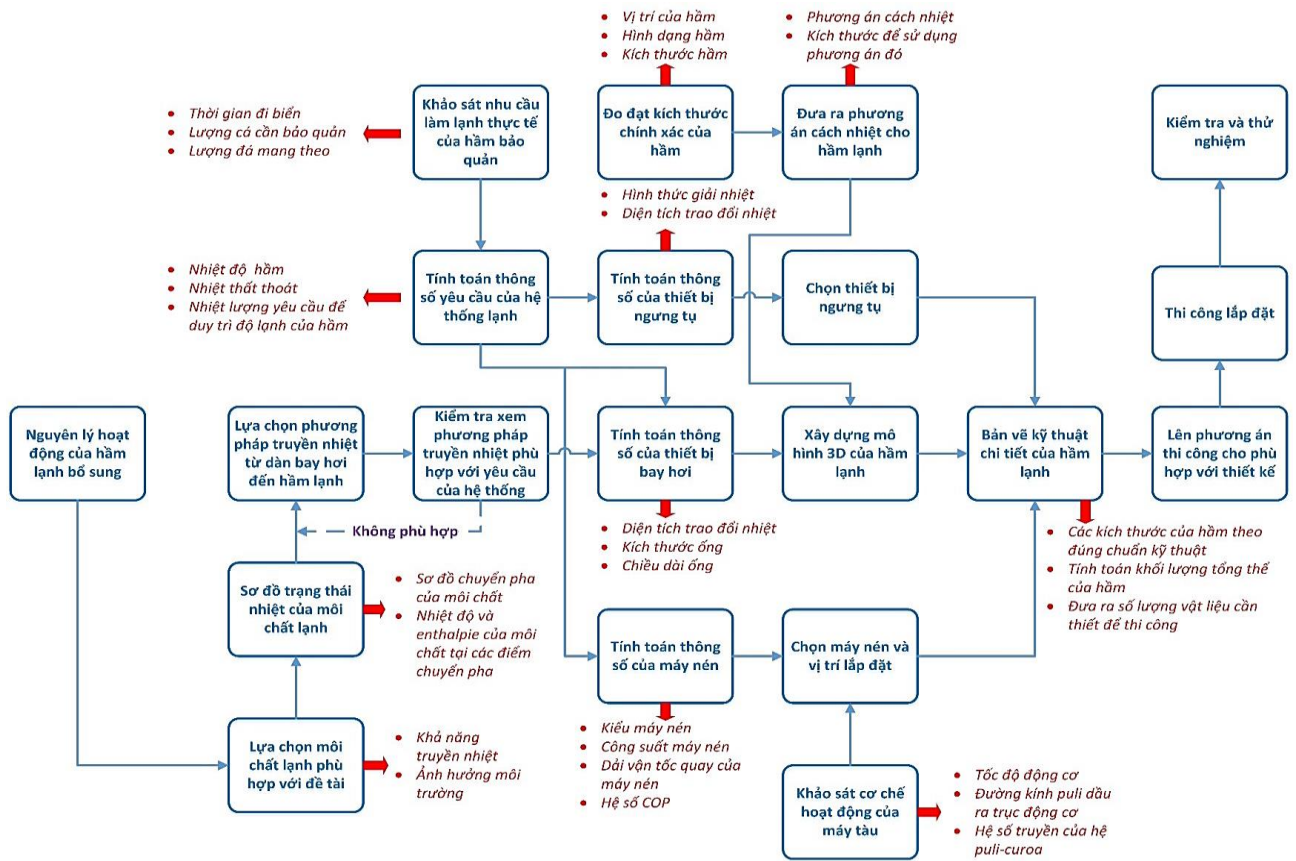
- Với hiện trạng hầm tàu nêu trên, đề tài sẽ thực hiện cải tạo hoàn toàn vật liệu làm hầm sang Inox 304, dày 2mm. Hầm lạnh bằng inox sẽ được bao bọc xung quanh bởi xốp cách nhiệt PU (Polyurethane) đảm bảo hầm cách nhiệt tốt hơn, giúp đá trong hầm lâu bị tan chảy, đảm bảo chất lượng hải sản an toàn, nguyên vẹn

- Thông số kỹ thuật và đặc thù hoạt động của máy chính tàu liên tục 24/24 là phù hợp để đề tài lựa chọn động cơ máy chính làm nguồn truyền động thông qua 02 dây curoa để vận hành kéo máy nén lạnh.

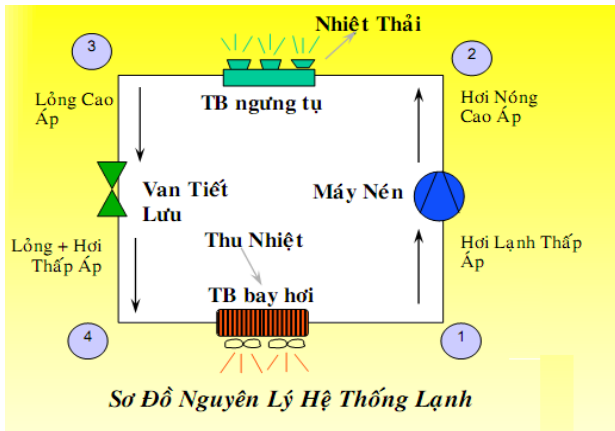
- Tính toán kích cỡ Puli phù hợp với tỉ số truyền động giữa trục động cơ chính và trục quay máy nén lạnh: Tốc độ vòng quay thực tế của máy chính 2000 v/phút; Tỉ số truyền động 1:1,2; Loại truyền động bằng đai thang.

### 2.2.2. Xây dựng quy trình tính toán thiết kế

Quy trình tính toán, thiết kế và lựa chọn các thiết bị cho hệ thống lạnh bổ sung trên tàu cá thực hiện theo trình tự các bước:



Hình 3. Quy trình tính toán thiết kế hệ thống lạnh bổ sung cho tàu đánh bắt xa bờ.



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống lạnh

2.2.3. Lựa chọn môi chất lạnh:

Môi chất lạnh được lựa chọn ở đây dựa vào hai yếu tố đó là: khả năng truyền nhiệt trong điều kiện môi trường đi biển và ảnh hưởng của môi chất đến môi trường, chất lượng sản phẩm. Trong dự án này, chúng tôi lựa chọn môi chất lạnh là R134a với các ưu điểm sau: là môi chất lạnh trong các hệ thống lạnh sử dụng trên các phương tiện giao thông vận tải, đảm bảo các yếu tố môi trường như không gây hiệu ứng nhà kính, không ảnh hưởng tầng Ozone, không làm ảnh hưởng sản phẩm khi rò rỉ, là môi chất lạnh thường được sử dụng cho các hệ thống lạnh nhỏ và vừa.

Với môi chất lạnh được lựa chọn, chúng tôi sử dụng đồ thị Lgp-h từ đó xác định các thông số nhiệt động của môi chất lạnh tại các điểm nút của chu trình lạnh.

2.2.4. Lựa chọn phương pháp truyền nhiệt giữa thiết bị bay hơi và hầm lạnh bảo quản:

Đối với các hệ thống lạnh thông thường, phương pháp truyền nhiệt giữa thiết bị bay hơi và hầm lạnh thường là đối lưu cưỡng bức, giữa các ống đồng của thiết bị bay hơi sẽ gắn các cánh để tăng diện tích trao đổi nhiệt đồng thời có thêm 1 cánh quạt để tăng cường khả năng trao đổi nhiệt trong hầm. Tuy nhiên, với hầm lạnh sử dụng trên tàu cá, hoạt động trong môi trường muối biển, các ống đồng và cánh này sẽ mau chóng bị oxi hóa ảnh hưởng đến hiệu suất lạnh của hệ thống cũng như tuổi thọ của cả hệ thống lạnh.

Vì vậy, chúng tôi quyết định lựa chọn phương pháp truyền nhiệt là đối lưu tự nhiên với chất tải lạnh trung gian là dầu truyền nhiệt "Shell - Thermia Oil B". Dựa vào các thông số kỹ thuật của loại dầu truyền nhiệt này, với các tính toán về truyền nhiệt, chúng tôi xác định được rằng loại dầu này đủ khả năng truyền nhiệt lượng từ thiết bị bay hơi đến vách hầm lạnh để đảm bảo duy trì nhiệt độ hầm cá dưới 0 độ C [4].

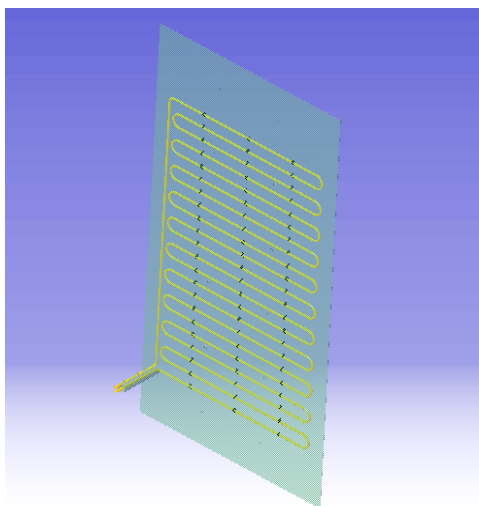
Bảng 5. Bảng đánh giá khả năng truyền nhiệt của dầu

Giải thích	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
Công suất truyền nhiệt của dầu	Q	3171	W
Hệ số truyền nhiệt từ dầu sang thành inox sang nước	K dầu-inox-nước	33.75	W/m <sup>2</sup> .K
Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt	F	9.085	m <sup>2</sup>
Độ chênh nhiệt độ logarit của chất lỏng vào và ra	Delta T	10.34	K
Công suất nhiệt cần thiết của hệ thống lạnh	Q <sub>0</sub>	1689	W

### 2.2.5. Tính toán thiết bị bay hơi:

**Bảng 6.** Các thông số thiết kế của một module thiết bị bay hơi

Thông số dàn lạnh			
Danh mục	Giá trị	Số lượng	Tổng
Công suất dàn lạnh [W]	595.82	3	1787.5
Chiều cao [mm]	2400		
Chiều rộng [mm]	1220		
Diện tích mặt trao đổi nhiệt [m <sup>2</sup> ]	2.785	3	
Diện tích mặt sau [m <sup>2</sup> ]	2.928	3	
Khối lượng vỏ dàn lạnh [kg]	140.77	3	422.30
Số vít gông	12	3	36
Chiều dài ống đồng [m]	25.23	3	75.71
Khối lượng đồng [kg]	6.32	3	18.94
Tổng khối lượng dàn lạnh [kg]			441.3



**Hình 5.** Mô hình thiết bị bay hơi

Để tính toán cho phần này; chúng tôi sử dụng công suất lạnh cần thiết  $Q_0$  được tính ở phần trên và hệ số truyền nhiệt - từ môi chất R134a qua vách trụ là ống đồng sau đó qua dầu truyền nhiệt đến vách hầm bảo quản; từ đó dựa vào công thức sau đây để xác định được chiều dài ống đồng của dàn bay hơi.

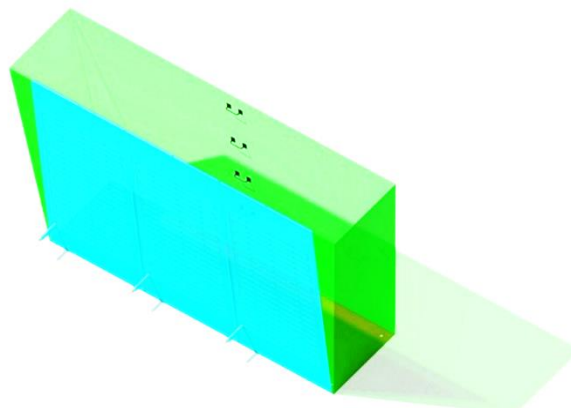
$$Q_0 = k_{MC-d\text{ồng}-d\text{ầu}} \cdot F \cdot \Delta T \quad [5] \quad (1)$$

$$F = \frac{Q_0}{\Delta T \cdot k_{MC-d\text{ồng}-d\text{ầu}}} \quad (2)$$

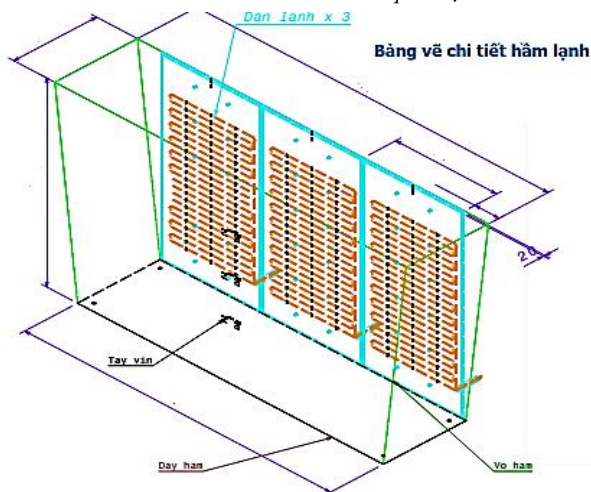
Từ diện tích trao đổi nhiệt cần thiết, để thuận tiện và kinh tế cho việc chế tạo lắp đặt, chúng tôi tính toán thiết kế 3 module cụm ống đồng trao đổi nhiệt, mỗi module sẽ có chiều dài 1.22 m x cao 2.4m (theo khổ tấm inox). Chúng tôi bố trí 22 ống đồng  $\phi 12$ -dày 0.8 với bước ống là 80mm. Bước ống này đã được tính toán, đảm bảo độ cong khi uốn ống đồng không quá gấp. Sau khi có được các thông số này chúng tôi xây dựng mô hình 3D mỗi module ống như hình dưới đây [6]:

### 2.2.6. Thiết kế hầm lạnh và bản vẽ chi tiết:

Với 3 module dàn lạnh được xây dựng xong; kết hợp với hình dạng cũng như kích thước của kho lạnh khảo sát thực tế trên tàu cá, chúng tôi lập mô hình hoàn chỉnh của cả hệ thống lạnh. Dưới đây là mô hình thiết bị bay hơi trong hầm bảo quản lạnh.



**Hình 6.** Mô hình hầm bảo quản lạnh



**Hình 7.** Bảng vẽ chi tiết hầm bảo quản lạnh

**Bảng 7.** Các thông số thiết kế của hầm bảo quản lạnh

Thông số vỏ hầm – Vật liệu inox 304	
Danh mục	Giá trị
Chiều cao [mm]	2400
Chiều rộng [mm]	1000
Chiều dài đáy nhỏ [mm]	3700
Chiều dài đáy lớn [mm]	4250
Tổng diện tích xung quanh (đã trừ đi diện tích 3 dàn bay hơi) [m <sup>2</sup> ]	15.13
Diện tích đáy [m <sup>2</sup> ]	3.7
Khối lượng riêng inox [kg/m <sup>3</sup> ]	8000
Khối lượng thực của vỏ hầm [kg]	286.10

### 2.2.7. Tính chọn máy nén lạnh:

Máy nén lạnh trong đề tài này phải là máy nén lạnh kiểu hờ bởi vì trên tàu không có điện để duy trì hoạt động liên tục của máy. Vì vậy phải sử dụng phương pháp truyền động đai từ trục chính của động cơ máy tàu đến máy nén để vận hành hệ thống lạnh. Các thông số đầu vào để chọn máy nén bao gồm:

**Bảng 8.** Các thông số yêu cầu để lựa chọn máy nén lạnh

Kiểu máy	Máy nén piston loại hờ
Loại môi chất	R134a
Nhiệt độ bay hơi môi chất	-5°C
Nhiệt độ lỏng dầu hút	3 °C
Công suất lạnh yêu cầu ( $Q_0$ nhân với hệ số an toàn 1.5)	2533 kW
Nhiệt độ ngưng tụ môi chất	43 độ C

Từ các dữ liệu này chúng tôi chọn sử dụng máy nén lạnh piston loại hở của hãng Bitzer 2T.2Y (Đức) phù hợp với yêu cầu trên với những thông số kỹ thuật như sau:

**Bảng 9.** Thông số kỹ thuật của máy nén lạnh Bitzer 2T.2Y[7]  
(Tài liệu từ trang www.bitzer.de)

<b>Mô tơ kéo cần thiết</b>	3.00 kW
<b>Công suất lạnh</b>	6.40 kW
<b>Tốc độ động cơ</b>	1450 vòng/ phút
<b>Dải tốc độ hoạt động</b>	750-1750 vòng/ phút
<b>Dung tích xy lanh</b>	2 x 60mm x 40mm



**Hình 8.** Máy nén lạnh Bitzer 2T.2Y

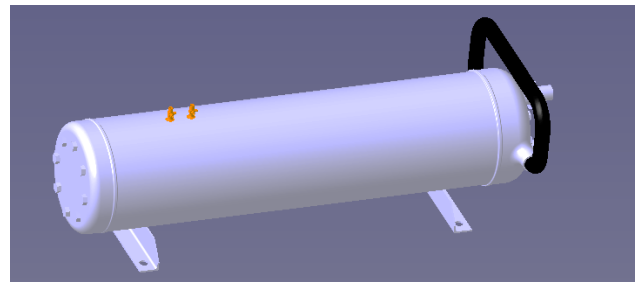
2.2.8. Tính toán thiết bị ngưng tụ:

Sau khi tính toán nhiệt chúng tôi đề xuất lựa chọn thiết bị ngưng tụ cho hệ thống lạnh bổ sung, thông tin kỹ thuật của thiết bị này như sau [6]:

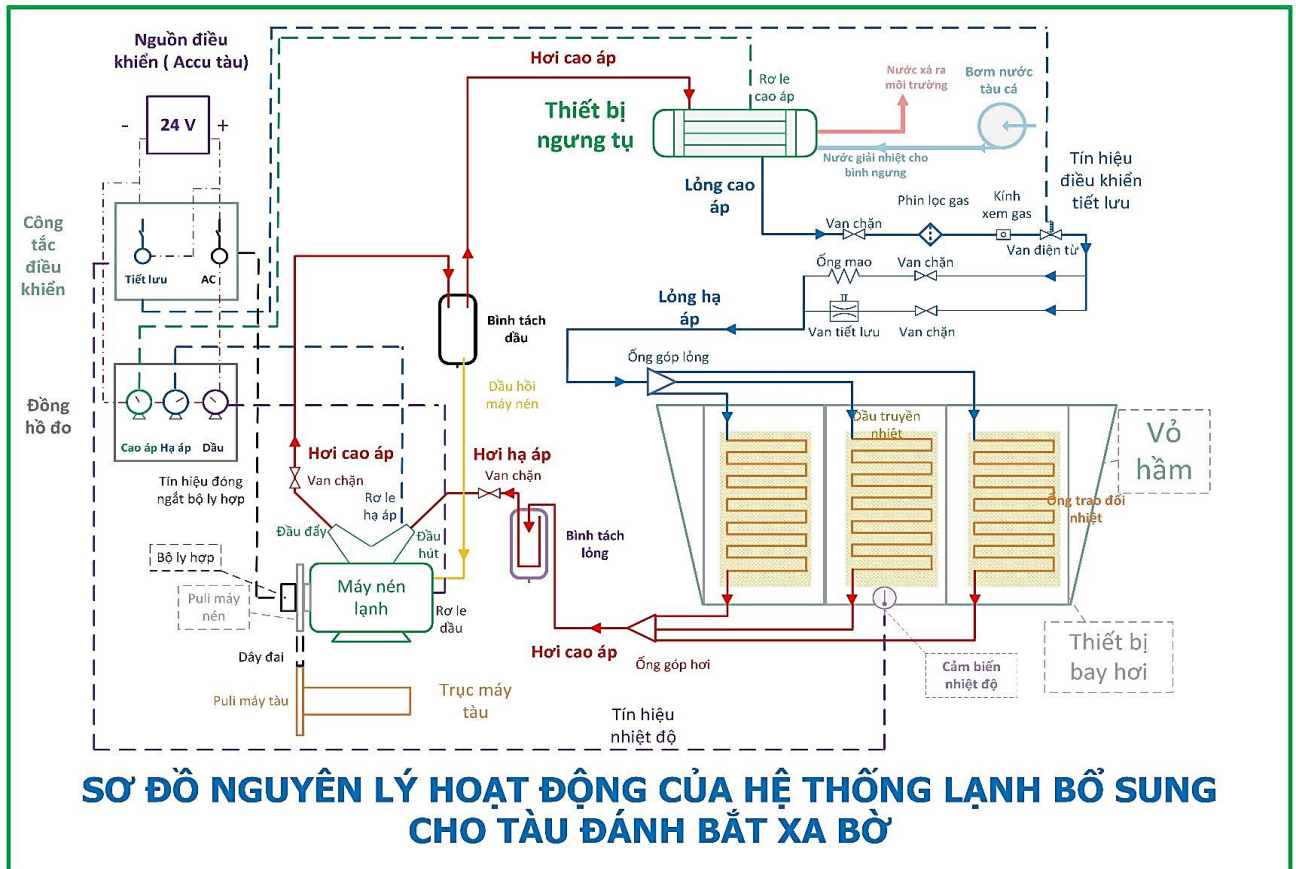
Trên cơ sở tính toán thiết kế các thiết bị của hệ thống lạnh, chúng tôi tiến hành chế tạo lắp đặt hệ thống trên tàu cá như Hình 10

**Bảng 10.** Các thông số để thiết kế thiết bị ngưng tụ

Nội dung	Thông số
Kiểu thiết bị ngưng tụ	Kiểu ống chùm nằm ngang; môi chất ngưng tụ ngoài ống, nước biển đi trong ống (để giải nhiệt cho môi chất lạnh)
Công suất nhiệt thiết bị ngưng tụ	5000W
Môi chất	R134a
Nhiệt độ nước biển vào bình ngưng	25°C
Nhiệt độ nước biển ra bình ngưng	30 °C
Vật liệu, cấu tạo bình ngưng ống chùm nằm ngang	Ống trao đổi nhiệt bằng đồng thau, vỏ bình bằng thép CT3 phủ kín bằng nhựa Eboxy có khả năng chống ăn mòn trong môi trường biển.
Khả năng ứng dụng	Bình ngưng có ống trao đổi nhiệt bằng đồng thau phù hợp với môi chất R134a, vừa loại trừ vấn đề tắc bẩn, vừa có khả năng trao đổi nhiệt tốt.



**Hình 9.** Mô hình bình ngưng



**Hình 10.** Sơ đồ nguyên lý của hệ thống lạnh tàu cá

### 3. Kết luận

Trên đây là những tính toán, thiết kế hệ thống lạnh bổ sung cho tàu đánh bắt cá xa bờ, các bản vẽ kỹ thuật cũng như những yêu cầu kỹ thuật trong quá trình lắp đặt mô hình hệ thống lạnh. Kết quả này là cơ sở khoa học để thực hiện việc lập dự toán kinh phí cũng như thi công, chế tạo lắp đặt hệ thống lạnh.

Kết quả của đề tài, có thể mở ra một triển vọng mới trong việc áp dụng rộng rãi công nghệ này vào quá trình khai thác thủy hải sản trên biển, góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm, thực hiện mục tiêu giảm tổn thất sau thu hoạch trong khai thác hải sản xuống dưới 10% theo chương

trình của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn cũng như của Chính phủ theo lộ trình đến năm 2020.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Cục ngư nghiệp, Báo cáo thống kê tình hình khai thác thủy sản, 2011.
- [2] Trung tâm Tiết kiệm năng lượng và Tư vấn chuyển giao công nghệ Đà Nẵng, Báo cáo đánh giá khảo sát 30 tàu cá tại TP Đà Nẵng, 2013.
- [3] <http://www.fao.org/docrep/v7180e/v7180e07.htm>
- [4] Shell Corp., Technical data sheet – Shell Thermia Oil B, 2011.
- [5] Đặng Quốc Phú, Phạm Lê Dân, Cơ sở kỹ thuật Nhiệt, Khoa học Kỹ thuật, 2007.
- [6] Nguyễn Đức Lợi, Hướng dẫn thiết kế hệ thống lạnh, Khoa học kỹ thuật, 2005
- [7] <http://www.bitzer.de>.

*(BBT nhận bài: 27/09/2014, phản biện xong: 14/10/2014)*