

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG BƠM NHIỆT ĐỀ SỬI ẨM CHO BỂ NUÔI TÔM HÙM THƯƠNG PHẨM TRÊN CẠN

STUDY APPLICATION HEAT PUMP FOR HEATING IN SHRIMP CARTRIDGES

Trần Đại Tiến¹, Lê Như Chính¹, Huỳnh Văn Thọ¹

¹ Khoa Cơ khí, Trường Đại học Nha Trang

Tác giả liên hệ: Trần Đại Tiến (Email: tientd@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 07/12/2019; Ngày phản biện thông qua: 05/03/2020; Ngày duyệt đăng: 24/03/2020

TÓM TẮT

Tôm hùm thương phẩm là mặt hàng thủy sản có giá trị kinh tế cao. Tuy nhiên trong thời gian gần đây việc nuôi tôm hùm thương phẩm trên biển gặp nhiều khó khăn và trở ngại. Do đó Việt Nam đang triển khai nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn. Thực tế cho thấy nhiệt độ thích hợp để tôm sinh trưởng tốt trong khoảng 27 đến 28°C cho nên mùa nóng cần làm lạnh và mùa lạnh lại cần phải làm ấm nước biển cho bể nuôi.

Bài viết sau đây giới thiệu chọn phương án thiết kế, chế tạo hệ thống bơm nhiệt điều hòa nhiệt độ cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn. Kết quả cho thấy với tổng thể tích các bể nuôi là 195 m³, máy nén lạnh cho bơm nhiệt cần công suất 7,5 kW, dàn nóng dạng ống xoắn có diện tích bề mặt trao đổi nhiệt 3,6 m² được chế tạo từ thép Inox-316L. Thời gian để máy chạy nâng nhiệt từ 20°C đến 28°C hết gần 48h, thời gian chạy máy để duy trì nhiệt độ nước biển trong bể từ 27°C đến 28°C hết 4,55h cho một ngày đêm, tiêu hao năng lượng 0,168 kWh/m³ nước giảm 5,2 lần so với sưởi ấm bằng điện trở. Thời gian thường sưởi ấm cho tôm khoảng 2 tháng trong một năm, kinh phí sẽ tiết kiệm được gần 16,5 triệu đồng và thời gian thu hồi vốn 2,6 năm so với sưởi ấm cho tôm bằng điện trở.

Từ khóa: Bơm nhiệt, Dàn ngưng tụ, nhiệt độ nước biển, sưởi ấm, tôm hùm.

ABSTRACT

Commercial lobster is a seafood product with high economic value. However, in recent time, commercial lobster farming on the sea had encountered many difficulties and obstacles. Therefore, Vietnam was deploying commercial lobster farming in land. In fact, the suitable temperature for lobster to grow well ranged from 27 to 28°C. So in the hot season, sea water in rearing tanks needs to be cooled and vice-verse for the cold season.

This paper introduces a design option and fabrication of air conditioning heat pump system for commercial lobster farming in land. The results showed that with the volume of the rearing tank of 195 m³, refrigeration compressor for heat pump capacity required 7.5 kW. The condenser unit had a surface area of 3.6 m² heat exchanger made from stainless steel-316L. The time for the Heat pump to raise temperature from 20°C to 28°C was almost 48 hours. The time for Heat pump to operate and to maintain the sea water temperature in the tank from 27°C to 28°C was 4.55h per day, the energy consumption was 0.168 kWh/m³ decreased by 5.2 times compared to resistance heating. The time lobster needs heating was 2 months a year. This will save 16.5 million VND and payback time was 2.6 years compared to using resistance heating.

Keyword: Heat pump, condenser, seawater temperature, heating, lobster.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tôm hùm thương phẩm có giá trị kinh tế cao trong và ngoài nước. Thời gian gần đây do biến đổi khí hậu nên việc nuôi tôm hùm thương phẩm trên biển gặp nhiều khó khăn. Việt Nam đang nghiên cứu triển khai nuôi tôm

hùm thương phẩm trên cạn tại các tỉnh Nam Trung Bộ [5]. Qua thực nghiệm cho thấy tôm sinh trưởng tốt ở nhiệt độ từ 27 đến 28°C. Do đó mùa nóng cần phải lắp đặt thiết bị làm lạnh nước biển cho bể nuôi [2] và mùa lạnh cần phải sưởi ấm.

Trong mùa lạnh nhiệt độ ngoài trời nhiều ngày hạ xuống 18°C đến 20°C và nhiệt độ trong bể nuôi chỉ đạt vào khoảng 20°C đến 22°C, dễ làm cho tôm biếng ăn dẫn đến kiệt sức và chết. Để khắc phục sự cố trên các trại nuôi thường dùng điện trở để làm nóng nước sưởi ấm cho tôm. Tuy nhiên phương pháp này chi phí điện năng lớn dẫn đến giá thành cao và không được an toàn.

Chính vì vậy cần nghiên cứu ứng dụng bơm nhiệt để điều hòa nhiệt độ sưởi ấm cho tôm hùm thương phẩm trên cạn trong mùa lạnh là vấn đề cấp thiết mà thực tế đặt ra nhằm tiết kiệm năng lượng.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là thiết bị sưởi ấm bằng bơm nhiệt để điều hòa nhiệt độ nước biển cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu tính toán trên lý thuyết, thiết kế chế tạo dàn ngưng (dàn nóng), chạy thử nghiệm cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn tại Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng

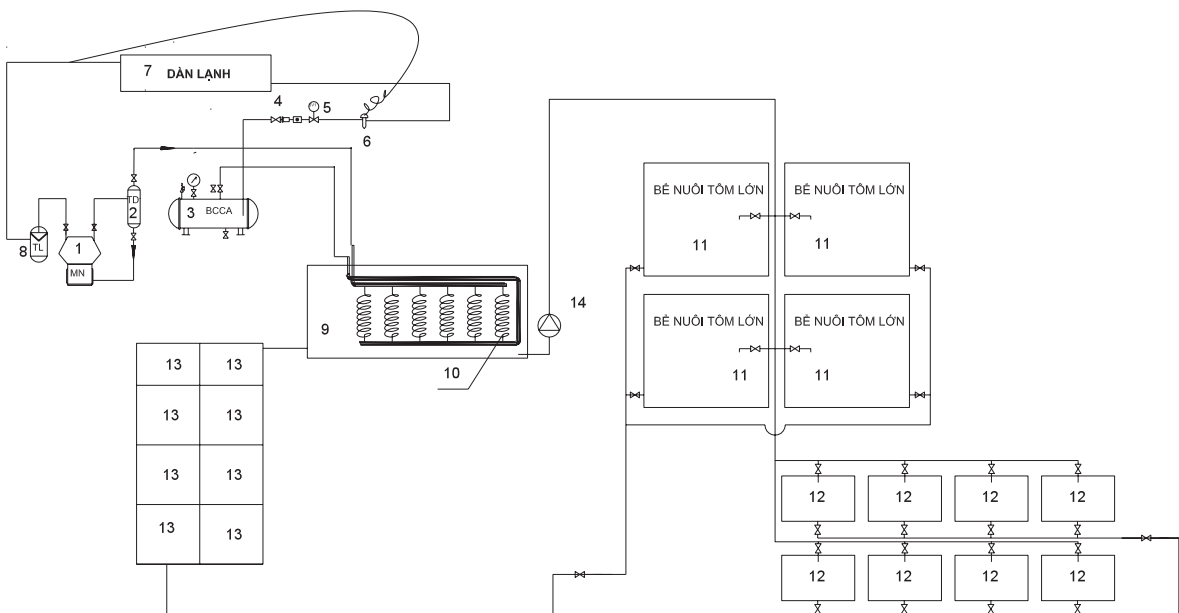
Thủy Sản III.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Chọn phương án thiết kế, chế tạo thiết bị

Thiết bị sưởi ấm bằng bơm nhiệt cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm được chọn như trên Hình 1, môi chất lạnh R-22. Về nguyên lý làm việc giống như máy lạnh [1], [2], chỉ khác nhiệt thu được từ dàn lạnh không khí (7) đặt ở ngoài trời được máy nén chuyển vào dàn ngưng tụ (dàn nóng 10) để làm nóng nước biển sưởi ấm cho tôm. Như vậy chỉ có dàn nóng tiếp xúc trực tiếp với nước biển, còn các thiết bị khác giống như hệ thống bơm nhiệt thông thường. Nước biển sau khi qua bể (9) được làm nóng và bơm đi đến các bể nuôi tôm hùm lớn (11) và tôm hùm nhỏ (12) rồi về lại bể lọc (13), sau đó lại tuần hoàn qua bể sưởi ấm nước biển (9).

Do dàn nóng làm việc trong môi trường nước biển mặn dễ bị ăn mòn vì tiếp xúc trực tiếp với nước biển nên được chọn ống thép Inox 316L chịu được sự ăn mòn trong môi trường nước biển mặn để chế tạo. Do đặc thù cho bể nuôi dàn nóng cần được vệ sinh dễ dàng, dễ chế tạo, sự chênh lệch nhiệt độ nước



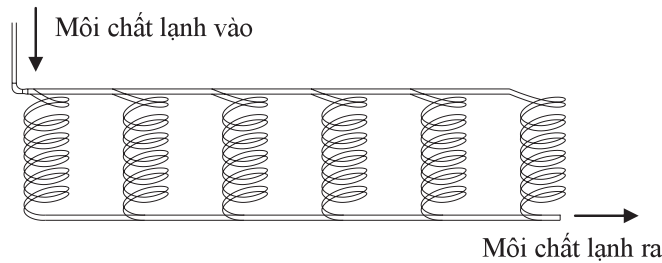
Hình 1: Sơ đồ hệ thống bơm nhiệt sưởi ấm cho bể nuôi tôm.

Ghi chú:

1. Máy nén lạnh; 2. Bình tách dầu; 3. Bình chứa cao áp; 4. Phin lọc ẩm; 5. Van điện từ; 6. Van tiết lưu nhiệt; 7. Dàn lạnh; 8. Bình tách lỏng; 9. Bể đặt dàn nóng; 10. Dàn nóng; 11. Bể nuôi tôm hùm lớn; 12. Bể nuôi tôm hùm nhỏ; 13. Bể lọc; 14. Bơm nước tuần hoàn.

vào và ra không lớn để không làm ảnh hưởng đến sinh trưởng của tôm nên dàn nóng được

chọn là loại ống xoắn như trên Hình 2, [4] để tính toán, thiết kế và chế tạo.



Hình 2: Dàn nóng dạng ống ống xoắn.

2. Tính toán nhiệt, thiết kế, chế tạo dàn nóng

Các thông số được chọn và kết quả tính được thể hiện ở Bảng 1.

2.1. Tính toán nhiệt

Bảng 1: Các thông số và kết quả tính toán của hệ thống bơm nhiệt

Tổng thể tích của các bể, V	195 m ³
Nhiệt độ nước vào, t _v	20°C
Nhiệt độ nước ra, t _r	28°C
Khối lượng riêng của nước biển, ρ	1050 kg/m ³
Nhiệt dung riêng của nước biển, C	3,2 kJ/kgK
Nhiệt lượng cần thiết, Q = Vρ(t _r - t _v)	5241600 kJ
Nhiệt độ không khí xung quanh bể, t _k	22°C
Diện tích xung quanh bể, F	123,52 m ²
Hệ số truyền nhiệt qua vách bể, K	9,58 W/m ² K
Nhiệt tổn thất từ các bể ra môi trường bên ngoài, Q _s = kF(t _r - t _k)	7,1 kW
Chọn công suất nhiệt, Q _k	37,5 kW

Phương án chạy máy: Điều khiển theo phương pháp chạy dừng, lúc đầu bơm nhiệt sẽ chạy liên tục trong thời gian làm nóng nước biển từ 20°C lên 28°C. Sau đó máy sẽ làm việc ở chế độ chạy dừng, khi nhiệt độ nước biển đạt 28°C máy dừng, nhiệt độ giảm xuống 27°C máy chạy lại.

Trong thời gian máy dừng nhiệt bị tổn thất qua các bể chủ yếu là qua kết cấu bao che của các bể.

Thời gian máy chạy để nâng nhiệt từ nhiệt độ 20°C đến 28°C:

$$\tau_c = \frac{Q}{Q_k - Q_s} = \frac{5241600}{(37,5 - 7,1) \cdot 3600} = 47,89h$$

Gần 2 ngày đêm.

Máy chạy 1h tương ứng với thời gian nhiệt tổn thất ra bên ngoài qua vách bể:

$$\tau_1 = \frac{Q_k}{Q_s} = \frac{37,5}{7,1} = 5,28h$$

Thời gian máy lạnh chạy trong 1 ngày đêm:

$$\tau_2 = \frac{24}{5,28} = 4,55h$$

Chọn chế độ làm việc của máy nén cho bơm nhiệt: Nhiệt độ ngưng tụ 40°C, nhiệt độ bay hơi 5°C. Sau khi tính toán được hệ số bơm nhiệt: φ = 5,2. Công suất của máy nén:

$$N = \frac{Q_k}{\phi} = \frac{37,5}{5,2} = 7,21 \text{ kW.}$$

Chọn máy nén lạnh công suất: 7,5 kW.

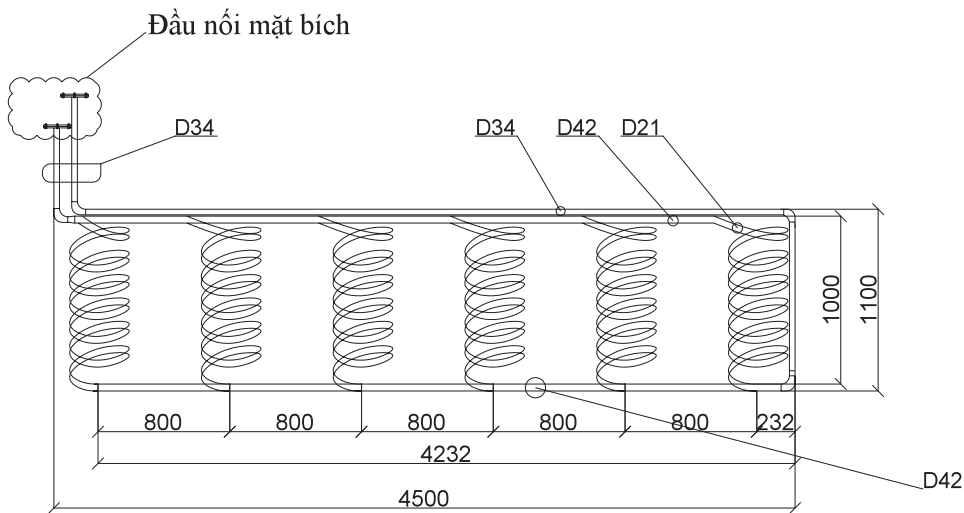
2.2. Thiết kế và chế tạo dàn ngưng tụ (dàn nóng)

Dàn nóng được tính toán thiết kế theo phương pháp vòng lặp [3]. Kết quả sau khi tính toán và thiết kế được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2: Các thông số của dàn nóng sau tính toán

Nhiệt độ nước biển vào	20°C
Nhiệt độ nước biển ra	28°C
Môi chất đi trong dàn nóng	R-22
Nhiệt độ ngưng tụ	40°C
Nhiệt độ bay hơi	5°C
Hiệu số nhiệt độ trung bình logarit	15,66°C
Công suất dàn nóng	37,5 kW
Chọn hệ số truyền nhiệt, K_c	$K_c = 665 \text{ W/m}^2\text{K}$
Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của dàn nóng	3,6 m ²
Hệ số trao đổi nhiệt của môi chất đi trong dàn nóng	$\alpha_1 = 3400 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vận tốc nước biển chuyển động qua dàn nóng	$\omega = 0,04 \text{ m/s}$
Hệ số trao đổi nhiệt của nước biển đi bên ngoài dàn nóng	$\alpha_2 = 1210 \text{ W/m}^2\text{K}$
Trở nhiệt cấu cặn bám bên ngoài ống dàn nóng	$0,09 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2\text{K/W}$
Trở nhiệt của dầu bên trong ống của dàn nóng	$0,36 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2\text{K/W}$
Hệ số truyền nhiệt thực của dàn nóng	$K_T = 636,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
Sai số: $\frac{ K_c - K_T }{K_c} \cdot 100\%$	$4,3\% \leq 5\%$

Từ diện tích: $F = 3,6 \text{ m}^2$, dàn nóng được thiết kế như trên Hình 3.



Hình 3: Dàn nóng làm ấm nước biển dạng ống xoắn.

Ghi chú:
 - Ống góp 2 đầu D42.
 - Ống thành phần gồm 6 ống D21
 - Dàn nóng được hàn bằng que hàn Inox-316L

3. Chạy thử nghiệm

Sau khi tính toán, thiết kế, hệ thống bơm nhiệt được lắp đặt để điều hòa nhiệt độ cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trong mùa lạnh được chạy thử nghiệm và so sánh với kết quả tính toán lý thuyết được thể hiện ở Bảng 3.

Từ kết quả ở Bảng 3 cho thấy các số liệu tính toán thiết kế và thực nghiệm của hệ thống bơm nhiệt có sự sai khác không nhiều. Hệ thống bơm nhiệt đã và đang hoạt động liên tục hơn 2 năm nay rất ổn định. Điều đó chứng tỏ các số liệu tính toán thiết kế đáng tin cậy.

Bảng 3: Các thông số tính toán theo lý thuyết và thực nghiệm

	Tính toán theo lý thuyết	Thực nghiệm
Thời gian chạy máy để nâng nhiệt độ nước biển từ 20°C đến 28°C	47,89h	45,84h
Thời gian chạy máy để duy trì nhiệt độ nước trong bể: 27°C ÷ 28°C trong 1 ngày đêm, τ_2	4,55h	4,32h
Nhiệt độ nước biển trong các bể	27°C đến 28°C	27°C đến 28°C
Điện năng tiêu thụ chạy máy để duy trì nhiệt độ nước biển trong bể trong 1 ngày đêm: $P_1 = N \cdot \tau_2$	32,81 kWh	32,4 kWh
Chi phí năng lượng cho 1 m ³ nước biển	0,168 kWh/m ³ nước	0,17 kWh/m ³ nước

4. So sánh dùng bơm nhiệt với điện trở

Từ điện năng tiêu hao khi sử dụng hệ thống bơm nhiệt và điện trở tiêu hao để làm nóng nước từ nhiệt độ 20°C đến 28°C. Sau đó duy trì nhiệt độ nước biển từ 27°C đến 28°C cho 1 ngày đêm. Kết quả được tính toán chi phí cho 2 giải pháp trên được thể hiện ở Bảng 4. Kết quả

cho thấy dùng bơm nhiệt để điều hòa nhiệt độ nước biển cho bể nuôi tôm hùm chi phí ít hơn gần 5,2 lần so với dùng điện trở. Điều đó chứng tỏ dùng hệ thống bơm nhiệt để điều hòa nhiệt độ nước biển cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn hiệu quả hơn so với dùng điện trở.

Bảng 4: So sánh chi phí năng lượng và kinh phí sử dụng hệ thống bơm nhiệt với điện trở

Mô tả	Sử dụng hệ thống bơm nhiệt			Sử dụng điện trở		
	Điện năng tiêu hao, kWh	Đơn giá, VNĐ/kWh	Thành tiền, VNĐ	Điện năng tiêu hao, kWh	Đơn giá, VNĐ/kWh	Thành tiền, VNĐ
Duy trì nhiệt độ nước 27°C ÷ 28°C trong 1 ngày đêm	32,81	2000	65620	170,63	2000	341260
Duy trì nhiệt độ nước 27°C ÷ 28°C trong 1 năm (1 năm sưởi ấm 2 tháng)	1968,6	2000	3.937.200	10237,8	2000	20.475.600
Chi phí làm nóng cho 1 m ³ nước biển	336,51 VNĐ/m ³ .Ngày-đêm			1750,05 VNĐ/m ³ .Ngày-đêm		
Kinh lắp đặt thêm một số thiết bị cho hệ thống bơm nhiệt từ hệ thống lạnh	50.000.000 VNĐ			0 VNĐ		
Kinh phí lắp điện trở để sưởi ấm.	0 VNĐ			7.000.000 VNĐ		

Trong đó:

- Số thanh điện trở: 15 thanh
- Công suất 1 thanh: 2,5 kW/thanh

Điện năng tiêu hao cho điện trở trong một ngày đêm: $P_2 = Q_k \cdot \tau_2 = 37,5 \cdot 4,55 = 170,63$ kWh

Kinh phí tiết kiệm được khi dùng bơm nhiệt so với điện trở:

$\Delta E = 20.475.600 - 3.937.200 = 16.538.400$ VNĐ

Kinh phí đầu tư cho bơm nhiệt nhiều hơn so với điện trở: $E = 50.000.000 - 7.000.000 = 43.000.000$ VNĐ

Thời gian thu hồi vốn so với dùng điện trở:

$$\tau = \frac{E}{\Delta E} = \frac{43000000}{16538400} = 2,6 \text{ năm}$$

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Hệ thống bơm nhiệt sau thiết kế và lắp đặt cho trại nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn có công suất máy nén lạnh 7,5 kW, điện năng tiêu thụ cho 1 ngày đêm hết 32,81 kWh, diện tích dàn nóng 3,6m², làm việc ở nhiệt độ ngưng tụ và bay hơi 40°C và 5°C, hệ thống hoạt động bình thường, duy trì nhiệt độ nước biển trong

bể nuôi ổn định từ 27°C đến 28°C, tôm sinh trưởng tốt, đáp ứng nhu cầu công nghệ nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn. Dàn nóng được chế tạo từ thép Inox 316L làm việc tốt trong môi trường nước biển. Kết quả nghiên cứu cho thấy dùng bơm nhiệt để điều hòa nhiệt độ nước biển cho bể nuôi chi phí ít hơn gần 5,2 lần so với dùng điện trở như hiện nay một số nơi đang áp dụng, thời gian sưởi ấm 2 tháng trong một năm thì hết 2,6 năm sẽ thu hồi vốn.

2. Kiến nghị

Kết quả nghiên cứu được sử dụng trong tính toán, thiết kế hệ thống bơm nhiệt để sưởi ấm nước biển cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn vào mùa lạnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, *Kỹ thuật lạnh cơ sở*, NXB Giáo dục, 2005.
2. Trần Đại Tiến, Lê Như Chính, Huỳnh Văn Thọ, *Nghiên cứu thiết kế chế tạo thiết bị làm lạnh nước biển điều hòa nhiệt độ cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn*, Tạp chí KH- CN Thủy sản, số 1, 2019
3. Trần Đại Tiến và các tác giả, *Truyền nhiệt và thiết bị trao đổi nhiệt*. Nhà xuất bản KH&KT, 2019.
4. Komondy, Halász, *Hűtőgépek*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.
5. <https://www.youtube.com/watch?v=r6dMddiFcME>