NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH TRUYỀN NHIỆT CỦA THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT ỐNG LỒNG ỐNG THU HỒI NHIỆT THẢI HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ WATER CHILLER

SIMULATION STUDY ON HEAT TRANSFER PERFORMANCES OF DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGER TO RECOVER WASTE HEAT IN WATER CHILLER SYSTEM

Nguyễn Xuân Viên, Nguyễn Trang Doanh, Đoàn Minh Hùng
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 18/3/2021, ngày phản biện đánh giá 5/4/2021, ngày chấp nhận đăng 10/6/2021.

TÓM TẮT

Nghiên cứu này thực hiện khảo sát đặc tính truyền nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt ống lồng ống trong hệ thống tích trữ nhiệt (TES). Thiết bị trao đổi nhiệt này được lắp đặt ở đầu đẩy của máy nén trong hệ thống điều hòa không khí water chiller để thu hồi nhiệt thải của môi chất lạnh ra khỏi máy nén có nhiệt độ cao. Mô phỏng số được thực hiện cho bộ trao đổi nhiệt ống lồng ống với các lưu lượng nước khác nhau để khảo sát cho những thiết kế tối ưu. Quá trình khảo sát đặc tính truyền nhiệt của thiết bị ống lồng ống được thực hiện bởi phần mềm mô phỏng động lực học tính toán lưu chất ANSYS. Phương pháp này dựa trên các định luật bảo toàn động lượng, năng lượng và khối lượng. Các kết quả chỉ ra rằng nhiệt độ nước ra khỏi bộ trao đổi nhiệt ống lồng ống tăng lên khi lưu lượng nước vào giảm. Bên cạnh đó, nhiệt độ ra khỏi bộ trao đổi nhiệt ống lồng ống của môi chất cũng giảm. Ngoài ra, các kết quả cũng thể hiện sự so sánh nhiệt độ nước đầu ra giữa mô phỏng và thực nghiệm.

Từ khóa: *Tích trữ nhiệt; bơm nhiệt; thu hồi nhiệt thải; động lực học lưu chất tính toán (CFD); truyền nhiệt.*

ABSTRACT

The purpose of this work is to investigate the heat transfer performance of double pipe heat exchanger in a thermal energy storage system (TES). This heat exchanger is installed in the discharge line of compressor in air conditioning water chiller system to recover the waste heat of high temperature refrigerant. The numerical simulation is conducted for double pipe heat exchanger with different mass flow rate of water to investigate for optimal design. The investigation of the heat transfer for double pipe geometry is performed using three dimensional (3D) ANSYS computational fluid dynamics (CFD). This method is based on the fundamental conservation laws of momentum, energy, and mass. The results show the outlet temperature of water increase with decreasing mass flow rate of inlet water. Besides, the outlet temperature of refrigerant also decrease. In addition, the results also indicate the comparison of water outlet temperature between the simulation and experiment.

Keywords: *Thermal energy storage; Heat pump; Waste heat recovery; Computational Fluid Dynamic; Heat transfer.*

1. TỔNG QUAN

Một trong những yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt độ môi trường là do chúng ta đã thải ra môi trường xung quanh một lượng nhiệt khá lớn từ các thiết bị ngưng tụ của hệ thống điều hòa không khí và lạnh công nghiệp. Năng lượng hao phí này là do một phần năng lượng điện năng cấp cho máy nén chỉ chuyển đổi một phần thành năng lượng dưới dạng cơ năng để máy nén hoạt động, phần còn lại

Doi: https://doi.org/10.54644/jte.66.2021.1064

chuyển thành nhiệt năng và thải ra môi trường một cách lãng phí.

Trong khi nhiều hộ gia đình và các công trình khách sạn ta phải sử dụng nước nóng cho sinh hoạt thông qua việc sử dụng các nguồn nhiệt khác như điện, nhiên liệu hóa thạch hoặc năng lượng mặt trời...Với phương pháp làm nóng nước bằng điện như bình nóng lạnh, phương pháp này có ưu điểm là tạo ra nguồn nước nóng nhanh chóng, liên tục và ở nhiệt độ phù hợp với nhu cầu sử dụng của từng cá nhân. Nhỏ gọn, đơn giản và dễ sử dụng nhưng do phương pháp này sử dụng điện năng nên điện năng chủ yếu được tạo ra từ nhiên liệu và trong quá trình phát điện cũng thải ra môi trường rất nhiều chất độc hại làm ô nhiễm môi trường và làm trái đất nóng lên. Với mục tiêu đưa ra hệ thống bơm nhiệt để thu hồi nhiệt thải, đồng thời kết hợp với nhiều giải pháp cải tiến công nghệ để giảm chi phí vận hành, giảm phát thải chất ô nhiễm môi trường, tiết kiệm sử dụng hiệu quả năng lượng mang lại lợi ích kinh tế. Vì vậy, việc nghiên cứu và phát triển hệ thống bơm nhiệt là cần thiết để hệ thống này được phổ biến rộng rãi [1]. Nước thải sinh hoạt thường ở nhiệt độ cao vì bên trong các tòa nhà hơn 60% nước được thải qua bồn tắm, bồn rửa, máy rửa bát và máy giặt quần áo. Nhiệt này bị thất thoát vào hệ thống cống, có thể làm cho nước thải trở thành chất mang nhiệt và có thể được tái sử dụng, để tạo ra năng lượng nhiệt sạch và tái tạo, thông qua bộ trao đổi nhiệt và máy bơm nhiệt được sử dụng để điều hòa và sưởi ấm cho các tòa nhà. Việc sử dụng hệ thống bơm nhiệt để tận dụng nhiệt thải từ các nhà tắm công cộng ở các trường cao đẳng và đại học cũng đã được phân tích trước đây và cho kết quả khả quan rằng phòng tắm rất thích hợp để sử dụng nhiệt thải vì lưu lượng, nhiệt độ và chất lượng nước là phù hợp. Nó cũng chỉ ra rằng lợi ích của việc tiết kiệm năng lượng và giảm thiểu ô nhiễm là đáng kể [2,3]. Các ứng dụng thu hồi nhiệt nước thải đang trở nên phổ biến về hiệu quả sử dụng năng lượng. Nguồn năng lượng bền vững và lượng khí thải thấp trong quá trình điều hòa không khí và sưởi ấm đạt được bằng cách thu năng lượng lãng phí trong nước thải thông qua các bộ trao đổi nhiệt được thiết kế đặc biệt gọi là bơm nhiệt để tận dụng nước thải. Hệ thống này tận dụng nhiệt lượng từ nước thải bị hao hụt và lượng nhiệt này sẽ được sử dụng để làm nóng lại nguồn nước sinh hoạt cho người tiêu dùng [4]. Hệ thống bơm nhiệt ngày càng trở nên phổ biến và là một phần không thể thiếu trong công nghệ tiết kiệm năng lượng thân thiện với môi trường và đã được áp dụng rộng rãi ở các nước Bắc Âu trong nhiều năm. Nước thải được xem như một nguồn nhiệt tái tạo cho các máy bơm nhiệt. Trong những năm gần đây, máy bơm nhiệt sử dụng nước thải ngày càng trở nên phổ biến do ưu điểm của hiệu suất năng lượng tương đối cao hơn và bảo vệ môi trường, bao gồm các khía cạnh và hoạt động năng lượng, môi trường và kinh tế [5].

Việc thu hồi nhiệt thải nước làm mát bình ngưng hệ thống ĐHKK water chiller cũng giúp nâng cao hệ số COP của bơm nhiệt cấp nước nóng. Một hệ thống bơm nhiệt sử dụng nguồn nhiệt từ không khí (ATW) và một hệ thống bơm nhiệt sử dụng nguồn nhiệt thải từ nước làm mát bình ngưng của hệ thống điều hòa không khí trung tâm water chiller (WTW). Hai hệ thống bơm nhiệt này có công suất máy nén là 1 HP, công suất tích trữ là 160 lít nước nóng và nhiệt độ yêu cầu là 50 °C. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng hệ số COP của bơm nhiệt WTW dao động trong khoảng từ 5,7 đến 6,7 trong khi COP của bơm nhiệt ATW thấp hơn và dao động trong khoảng từ 2,5 đến 3,2. Bên cạnh đó, ảnh hưởng của các thông số như nhiệt độ môi trường, nhiệt độ và lưu lượng nước thải đến hệ số COP của bơm nhiệt cũng được phân tích [6]. Trong quá trình nghiên cứu, tác giả đã chỉ ra hiệu quả

năng lượng thông qua quá trình tính toán mô phỏng dựa vào các điều kiện đầu vào của môi chất làm lạnh, công suất của máy nén, diện tích dàn ngưng tụ và bay hơi cũng như các thông số tính toán khác. Sau khi so sánh và đối chiếu giữa hai phương án gia nhiệt, kết quả lượng điện năng tiêu thụ khi gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt tiết kiệm hơn 50% năng lượng so với gia nhiệt bằng điện trở [7]. Một mô hình hệ thống bơm nhiệt tuần hoàn hữu cơ kết hợp làm lạnh đã được nghiên cứu và tính toán. Căn bản của việc tính toán mô hình hệ thống là nghiên cứu đặc tính biến đổi các loại môi chất khác nhau tùy theo nhiệt độ sinh hơi, nhiệt độ bay hơi, nhiệt độ ngưng tụ, rút ra được các kết quả sau: Đối với hệ số làm lạnh và làm nóng COP thì R717, Rượu và R718 đạt được hệ số cao hơn, còn môi chất R227ea, R245fa với R134a đạt được hệ số thấp hơn. Các kết quả đã ra rằng nhiệt độ tại thiết bị sinh hơi ảnh hưởng lớn đối với tổng hiệu năng của hệ thống, nhiệt độ sinh hơi tăng 1^{o}C thì tổng hiệu năng của hệ thống tăng lên trung bình 2%. Kết quả cũng chỉ ra mức độ hiệu năng trung bình của các môi chất tăng lên hoặc giảm xuống tùy thuộc vào nhiệt độ bay hơi tăng lên hay giảm xuống [8]. Nhu cầu sử dụng nước nóng trong sinh hoạt ở Việt Nam rất cao, đặc biệt trong lĩnh vực dân dụng và khách sạn. Hiện nay, việc sử dụng các thiết bị gia nhiệt nước nóng bằng điện trở là không hiệu quả năng lượng. Công nghệ bơm nhiệt được thế giới quan tâm và phát triển trong lĩnh vực gia nhiệt nước nóng mang lại hiệu quả cao, giảm điện tiêu thụ so với dùng điện trở. Một mô hình bơm nhiệt với môi chất R22 gia nhiệt nước nóng đã được xây dựng dùng để nghiên cứu phục vụ cho công tác đào tạo và giảng dạy tại trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng. Qua mô hình, tác giả đã khẳng định được khả năng sử dụng bơm nhiệt để gia nhiệt nước nóng trong phạm vi nhiệt độ từ 35 đến 41^{o}C. Bằng phương pháp thực nghiệm, tác giả đã chứng minh được việc sử dụng bơm nhiệt để gia nhiệt nước có hiệu quả cao hơn so với dùng điện trở để gia nhiệt nước như các thiết bị gia nhiệt nước nóng hiện nay đang sử dụng [9]. Một nghiên cứu thực nghiệm máy lạnh thu hồi nhiệt để cung cấp đồng thời nhiệt và lạnh đã được thực hiện. Các kết quả chỉ ra rằng khả năng thu hồi nhiệt của hệ thống máy lạnh thực tế đạt được gần 38%, nguồn nhiệt thải này có thể dùng để gia nhiệt cung cấp nước nóng thay vì phải sử dụng điện trở hoặc nguồn năng lượng khác [10].

Trong bài báo này, nhóm tác giả nghiên quá trình truyền nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt ống lồng ống sử dụng trong hệ thống bơm nhiệt bằng cách sử dụng phần mềm mô phỏng động lực học lưu chất tính toán Ansys Fluent với các lưu lượng khối lượng nước khác nhau. Ảnh hưởng của các lưu lượng khối lượng khác nhau 50, 70 và 90 kg/h của nước đầu vào được khảo sát trong bài báo này. Nhiệt độ đầu ra trong ba trường hợp cũng được khảo sát và so sánh.

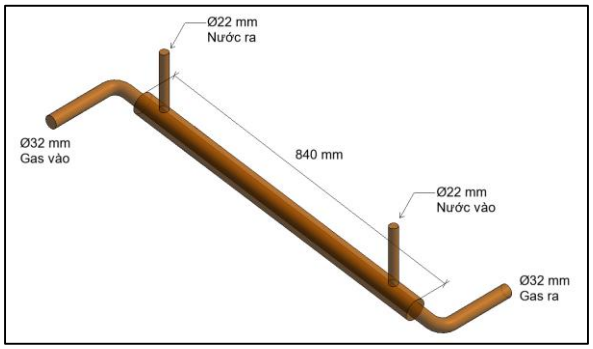
2. MÔ HÌNH HỆ THỐNG BƠM NHIỆT

2.1 Mô hình vật lý

Trong nghiên cứu này, mô hình mô phỏng sẽ được xây dựng dựa trên các kích thước đo được từ mô hình thực nghiệm của hệ thống máy nước nóng nhằm mục đích so sánh các đầu ra nhiệt độ của nước và gas lạnh với các lưu lượng khối lượng khác nhau. Hình 1 mô tả mô hình thực nghiệm của hệ thống máy nước nóng được đặt tải xưởng nhiệt của trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM. Bộ trao đổi nhiệt ống lồng ống bao gồm một ống hình trụ chính có đường kính 32 mm và chiều dài 840 mm được lồng vào một ống hình trụ có đường kính 54 mm được lắp đặt ở phía đầu đẩy của máy nén trong hệ thống điều hòa không khí Water Chiller, nước chuyển động trong phần hình xuyến giữa hai ống, trong khi đó môi chất lạnh R22 chuyển động bên trong ống có đường kính nhỏ, bề mặt

truyền nhiệt nằm ở phần ống trong, tạo thành sự trao trao đổi nhiệt kiểu ống lồng ống với nhau, các kích thước của mô hình được thể hiện như trong Hình 2. Mô hình này được dựng và mô phỏng bởi phần mềm Ansys. tính chất vật lý của nước và môi chất R22 ở các điều kiện mô phỏng được thể hiện lần ở bảng 1 và 2.

Hình 1. *Mô hình thực nghiệm đặt tại xưởng nhiệt*



Hình 2. *Hình học và kích thước của mô hình thiết bị trao đổi nhiệt ống lồng ống*

Bảng 1. *Tính chất vật lý của nước trong điều kiện mô phỏng*

Tính chất	Giá trị
Hệ số dẫn nhiệt, k (W/m.K)	0,6
Nhiệt dung riêng, C_p (kJ/kg .K)	4,186
Khối lượng riêng, ρ (kg/m^3)	1000
Độ nhớt động lực, μ (kg/m.s)	0,001003
Nhiệt độ nước vào (ºC)	27
Enthapy (kJ/kg)	113,17

Bảng 2. *Tính chất vật lý của môi chất lạnh R22 trong điều kiện mô phỏng.*

Tính chất	Giá trị
Hệ số dẫn nhiệt, k (W/m.K)	0,0272
Nhiệt dung riêng, C_p (kJ/kg.K)	2,871
Thể tích riêng, v (dm^3/kg)	15,12
Độ nhớt động lực, μ (kg/m.s)	0,0000185
Nhiệt độ môi chất vào (ºC)	84,24
Áp suất (Bar)	18,954
Enthapy (kJ/kg)	750,5
Lưu lượng môi chất (kg/s)	0,706

2.2 Các phương trình toán học

Tính toán động lực học chất lỏng (CFD) là một kỹ thuật dựa trên phương pháp số nhằm phân tích chuyển động của lưu chất, truyền nhiệt, truyền khối và phản ứng hóa học. Nghiên cứu hiện tại tìm cách kiểm tra dòng chất lỏng và sự truyền nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt ống lồng ống. Do đó, các phương trình lý thuyết bao gồm phương trình bảo toàn khối lượng, bảo toàn động lượng và phương trình bảo toàn năng lượng [11]:

Phương trình bảo toàn khối lượng:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla.\left(\rho \vec{\upsilon}\right) = 0 \quad (1)$$

Phương trình bảo toàn động lượng:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\rho \vec{\upsilon}\right) + \nabla.\left(\rho \vec{\upsilon}\vec{\upsilon}\right) = -\nabla p + \rho g + \vec{f} \quad (2)$$

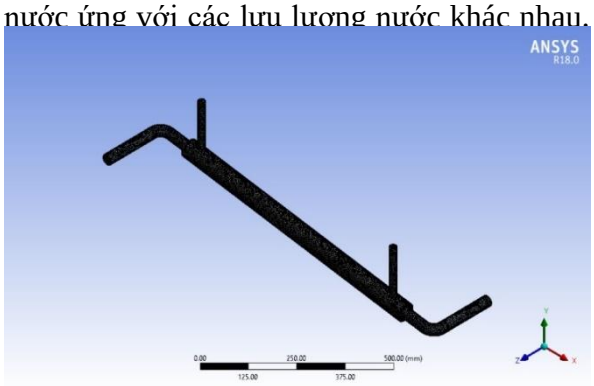
Phương trình bảo toàn năng lượng:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left[\rho e\right] + \nabla.\left[\left(\rho e + p\right)\vec{\upsilon}\right] = \nabla.\left(k_{eff}\nabla T - \sum_j h_j \overrightarrow{J_j} + \left(\vec{\tau}_{eff}.\vec{\upsilon}\right)\right) \quad (3)$$

Trong đó: t là thời gian, ρ là khối lượng riêng, $\vec{\upsilon}$ là vận tóc dòng chảy, p là áp suất lưu chất, e là năng lượng bên trong trên một đơn vị khối lượng, $\vec{f}$ thể hiện lực thể tích, k_{eff} là hệ số dẫn nhiệt, h_j là enthalpy của chất; j , $\overrightarrow{J_j}$ đại diện cho dòng khuếch tán của các chất j , và cuối cùng, $\vec{\tau}_{eff}$ thể hiện ứng suất kéo.

2.3 Sự chia lưới

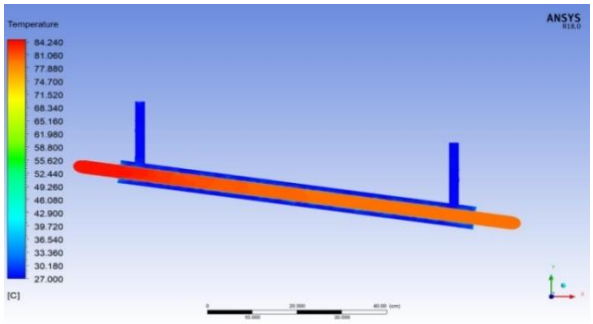
Một trong những phần quan trọng nhất của quá trình mô phỏng là lựa chọn một quy trình chia lưới phù hợp để tính toán các phương trình cơ bản chi phối hoạt động của sự truyền nhiệt. Phần mềm Ansys Fluent được sử dụng để chia lưới các mô hình và mô phỏng hệ thống. Lựa chọn chia lưới thích hợp có thể góp phần tạo ra sự hội tụ phù hợp trong việc giải các phương trình, trong khi chia lưới không đúng có thể dẫn đến sự không ổn định và phân kỳ tính toán. Hình 3 cho thấy thuật toán lưới lục diện có cấu trúc đã được áp dụng trong toàn bộ hệ thống. Sau đó, mô hình được xây dựng để chia lưới, đây là một quá trình trong đó mô hình được chia thành một số hữu hạn các phần tử nhỏ hơn, với số lượng là 599071 phần tử. Quá trình mô phỏng được thực hiện với lời giải theo thời gian, với khoảng thời gian tương ứng là 1200 giây, nhằm kiểm tra nhiệt độ ra của nước ứng với các lưu lượng nước khác nhau.



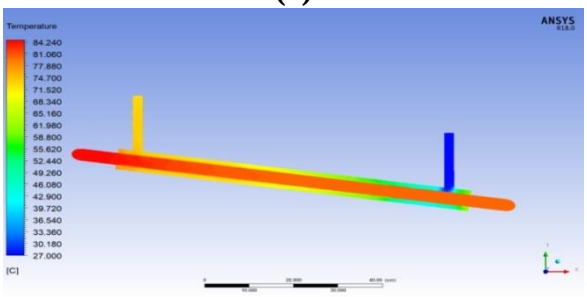
Hình 3. *Miền tính toán và chia lưới*

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Các kết quả nghiên cứu bằng phương pháp động lực học lưu chất tính toán dự đoán cho phép xem chi tiết sự phân bố nhiệt độ trong bộ trao đổi nhiệt ống lồng ống. Các vùng nhiệt độ cao được xác định. Hình 4, 5 và 6 minh họa trường nhiệt độ của nước và môi chất lạnh với lưu lượng khối lượngnước đi vào thiết bị trao đổi nhiệt tương ứng là 50, 70 và 90 kg/h. Như thể hiện ở hình 4a, 5a và 6a, phân bố nhiệt độ của nước và môi chất lạnh tại thời điểm ban đầu với lưu lượng khối lượng nước là 50 kg/h, 70 và 90 kg/h là như nhau. Tuy nhiên, tại thời điểm 1200 giây, phân bố nhiệt độ của nước và môi chất lạnh có sự khác biệt. Hình 4b, 5b và 6b cho thấy rằng ứng với trường hợp lưu lượng nước 50 kg/h thì nhiệt độ nước ra cao hơn hai trường hợp còn lại, điều này chỉ ra rằng khi lưu lượng nước vào thiết bị trao đổi nhiệt càng tăng thì nhiệt độ nước ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt càng giảm.

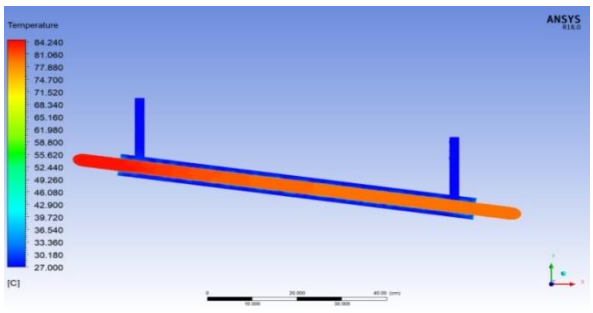


(a)

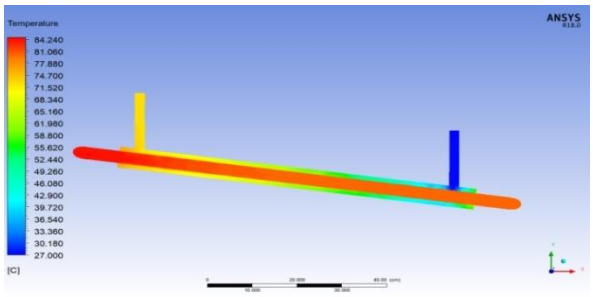


(b)

Hình 4. *Sự phân bố nhiệt độ của nước và môi chất lạnh với lưu lượng nước là 50 kg/h tại thời điểm a) 1 giây; b) 1200 giây.*

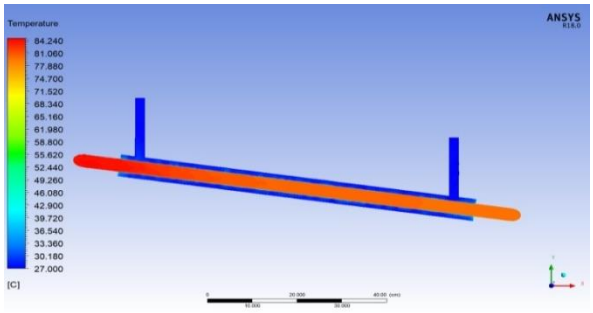


(a)

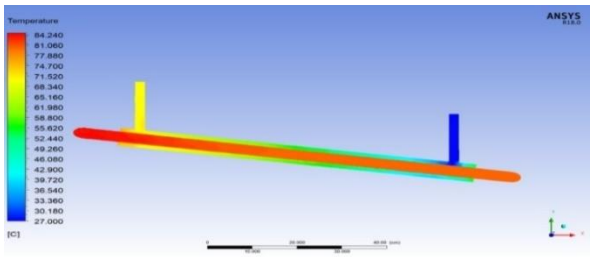


(b)

Hình 5. *Sự phân bố nhiệt độ của nước và môi chất lạnh với lưu lượng nước là 70 kg/h tại thời điểm a) 1 giây; b) 1200 giây.*

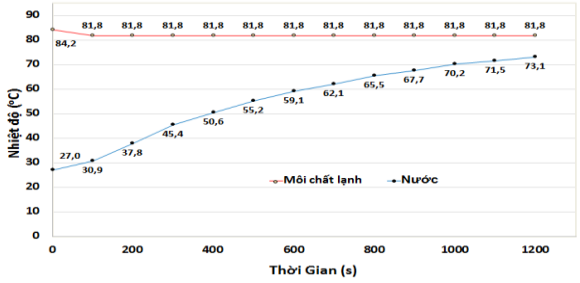


(a)

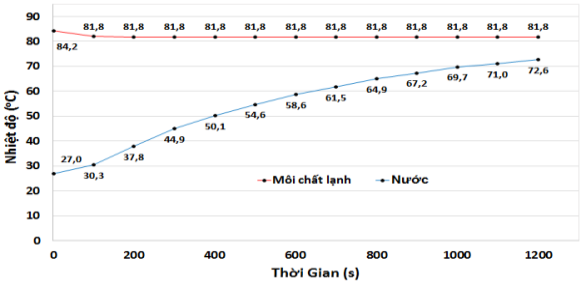


(b)

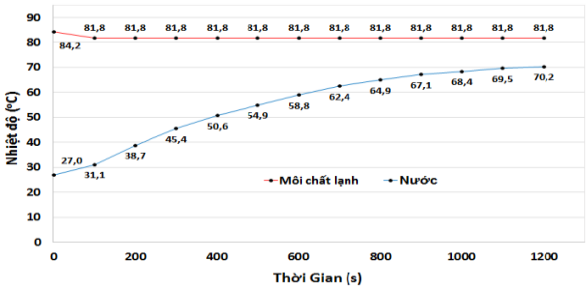
Hình 6. *Sự phân bố nhiệt độ của nước và môi chất lạnh với lưu lượng nước là 90 kg/h tại thời điểm a) 1 giây; b) 1200 giây.*



(a)



(b)



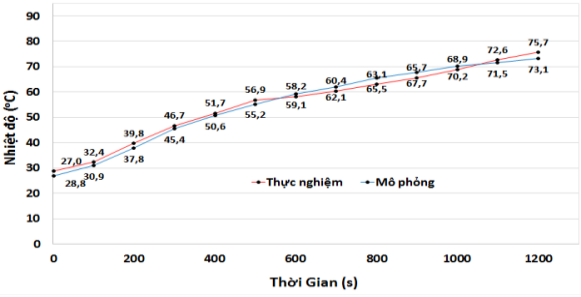
(c)

Hình 7. *Sự thay đổi nhiệt độ của nước vào và ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt ống lồng ống với các lưu lượng nước: a) 50 kg/h; b) 70 kg/h; c) 90 kg/h*

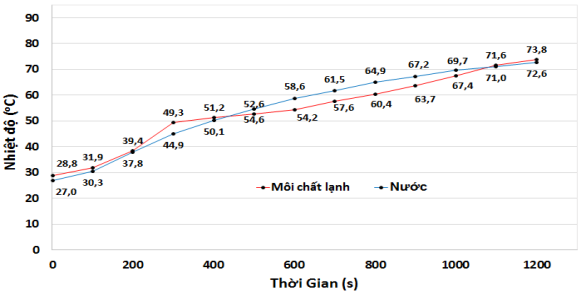
Hình 7 minh họa giá trị nhiệt độ của nước vào và ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt với lưu lượng khối lượng của nước tương ứng là 50, 70 và 90 kg/h. Như trong hình 7a, nhiệt độ nước đầu ra ở tốc độ dòng chảy 50 kg/h là 73,1 ºC tại thời điểm 1200 giây. Trong khi đó, nhiệt độ ra của nước ứng với lưu lượng nước 70 kg/h và 90 kg/h lần lượt là 72,6 ºC và 70,2 ºC. Các kết quả chỉ ra rằng khi lưu lượng nước vào thiết bị trao đổi nhiệt càng tăng thì nhiệt độ nước ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt càng giảm và ngược lại. Điều này đúng với các kết quả thể hiện sự phân bố nhiệt độ ở các hình 4b, 5b và 6b. Bên cạnh đó, các kết quả cũng chỉ ra rằng với nhiệt độ môi chất đi vào thiết bị trao đổi nhiệt là 84 ºC, sau khi thực hiện quá trình trao đổi nhiệt với nước, nhiệt độ môi chất ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt giảm xuống còn khoảng 81,8 ºC. Nhiệt độ môi chất ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt ứng với các trường hợp lưu lượng khác nhau không có sự chênh lệch lớn bởi vì độ chênh nhiệt độ của nước ra khỏi thiết bị trao đổi

nhiệt ứng với các trường hợp lưu lượng khác nhau là không nhiều. Nhìn vào các đồ thị ở hình 7 ta có thể thấy nhiệt độ môi chất trước khi vào thiết bị trao đổi nhiệt là 84,2 °C, và nhiệt độ môi chất sau khi ra thiết bị trao đổi nhiệt là 81,8 °C ở cả ba trường hợp lưu lượng nước vào. Điều này xảy ra vì lưu lượng khảo sát ở đây là không lớn, nước vào bên trong thiết bị trao đổi nhiệt và nóng lên, nước nóng đi ra ngoài rất chậm nên bị dồn lại bên trong thiết bị trao đổi nhiệt làm cho nhiệt độ môi chất ra không có sự thay đổi.

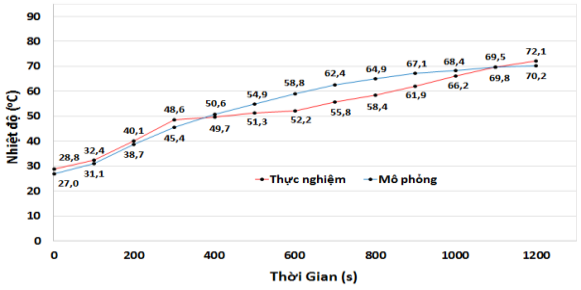
Hình 8 thể hiện sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian giữa mô phỏng và thực nghiệm của nước sau khi thực hiện quá trình trao đổi nhiệt ứng với lưu lượng nước vào là 50 kg/h, 70 kg/h và 90 kg/h. Nhiệt độ của nước lúc bắt đầu thực hiện mô phỏng là 27 °C, trong khi đó với thực nghiệm thì ta đo được là 28,8 °C ở cả ba trường hợp lưu lượng khác nhau. Sự khác biệt này là do trong quá trình mô phỏng ta sử dụng nhiệt độ từ tính toán lý thuyết, còn với thực nghiệm thì ta đo được chính xác nhiệt độ của nước. Ở trường hợp lưu lượng nước vào là 50 kg/h, tại thời điểm 1200 giây, nhiệt độ của nước ở quá trình mô phỏng là 73,1 °C, trong khi nhiệt độ của nước ở quá trình thực nghiệm là 75,7 °C. Sự chênh lệch nhiệt độ là 2,6 °C. Sự chênh lệch nhiệt độ ở các mốc thời gian khác nhau của mô phỏng và thực nghiệm là không nhiều (như thể hiện ở hình 8a). Như thể hiện ở hình 8b, nhiệt độ của nước ở quá trình mô phỏng là 72,6 °C, trong khi nhiệt độ của nước ở quá trình thực nghiệm là 73,8 °C tại thời điểm 1200 giây. Sự chênh lệch nhiệt độ là 1,2 °C. Trong khi đó, nhiệt độ của nước ở quá trình mô phỏng là 70,2 °C, trong khi nhiệt độ của nước ở quá trình thực nghiệm là 72,1 °C tại thời điểm 1200 giây. Sự chênh lệch nhiệt độ là 1,9 °C (thể hiện ở hình 8c). Theo thể hiện ở hình 8, độ chênh nhiệt độ giữa mô phỏng và thực nghiệm suốt quá trình trao đổi nhiệt ở trường hợp lưu lượng nước là 50 kg/h thấp hơn so với trường hợp lưu lượng là 70 và 90 kg/h. Điều nảy xảy ra là do trong quá trình thực nghiệm, trường hợp lưu lượng nhỏ hơn sẽ trao đổi nhiệt ổn định hơn so với trường hợp lưu lượng lớn hơn.



(a)



(b)



(c)

Hình 8. *Sự chênh lệch nhiệt độ ra của nước giữa mô phỏng và thực nghiệm ứng với các lưu lượng nước: a) 50 kg/h; b) 70 kg/h; c) 90 kg/h*

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, quá trình trao đổi nhiệt của bộ trao đổi nhiệt ống lồng ống được khảo sát dựa trên phương pháp nghiên cứu mô phỏng động lực học lưu chất tính toán CFD sử dụng phần mềm ANSYS. Các kết quả chỉ ra rằng với lưu lượng khối lượng nước vào ống nhiệt càng tăng thì nhiệt độ

nước nóng ra khỏi ống nhiệt các giảm. Bên cạnh đó, nhiệt độ của môi chất ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt ống lồng ống giảm. Điều này cho thấy rằng khi ta tăng lưu lượng nước vào thiết bị trao đổi nhiệt ống lồng ống thì nhiệt độ đầu đẩy máy nén giảm. Trong các nghiên cứu trước đây về ứng dụng hệ thống máy nước nóng thu hồi nhiệt thải trong các hệ thống điều hòa không khí, hầu hết các hệ thống này phải sử dụng thêm một bộ trao đổi nhiệt đặt trong bồn tích trữ và phải lắp đặt thêm một bơm nước tuần hoàn, điều này gây tốn kém chi phí đầu tư, gây tốn kém thêm năng lượng cấp cho bơm. Ngoài ra, việc bộ trí thêm một thiết bị trao đổi nhiệt bên trong bồn tích trữ gây giới hạn nhiệt độ tích trữ vì ảnh hưởng đến nhiệt độ ngưng tụ của hệ thống. Trong nghiên cứu này, thiết bị trao đổi nhiệt ống lồng ống đặt tách rời bồn tích trữ nên không ảnh hưởng đến nhiệt độ ngưng tụ của hệ thống điều hòa không khí, thiết bị này có cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, chi phí rẻ và không cần bơm tuần hoàn nước. Các kết quả mô phỏng trong nghiên cứu này là cơ sở để tiếp tục phát triển mô hình hệ thống tích trữ nhiệt thu hồi nhiệt thải hoàn chỉnh.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Giáo Dục và Đào Tạo đã hỗ trợ tài chính cho nghiên cứu này (Mã dự án: B2019-SPK-02; Hợp đồng số: 02/HĐKHCN). Bên cạnh đó, nhóm tác giả cũng xin gửi lời cảm ơn đến quý Thầy, Cô ở Bộ môn Công nghệ Nhiệt-Lạnh, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh đã hỗ trợ, tư vấn cho nghiên cứu này

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Leonid N. Alekseiko. Combination of wastewater treatment plants and heat pumps. Pacific Science Review 16 (2014); 36−39.

[2] Sara Simona Cipolla, Marco Maglionico Heat recovery from urban wastewater: analysis of the variability of flow rate and temperature in the sewer of Bologna, Italy. Energy Procedia 45 (2014); 288–297.

[3] Qunli Zhangab, Xingquan Fana, Wenjing Zhanga, Zhiming Wang. Utilization Potential and Economic Feasibility Analysis of Bathing Sewage and its Heat Generated in Colleges and Universities. Energy Procedia 142 (2017).

[4] Oguzhan Culha, Huseyin Gunerhan, Emrah Biyik, Orhan Ekren, Arif Hepbasli. Heat exchanger applications in wastewater source heat pumps for buildings: A key review. Energy and Buildings 104 (2015).

[5] Arif Hepbasli, Emrah Biyik, Orhan Ekren, Huseyin Gunerhan, Mustafa Araz. A key review of wastewater source heat pump (WWSHP) systems. Energy Conversion and Management 88 (2014).

[6] Lê Minh Nhựt, Nguyễn Văn Thái. Nghiên cứu thu hồi nhiệt thải hệ thống điều hòa không khí Water Chiller giải nhiệt nước nhằm nâng cao hiệu quả của bơm nhiệt cấp nước nóng. Tạp Chí Khoa Học Và Công Nghệ Đại Học Đà Nẵng, Vol. 17, No. 5, 2019.

[7] Phan Minh Mận, Nguyễn Công Vinh. Nghiên cứu việc sử dụng máy bơm nhiệt tiết kiệm năng lượng để gia nhiệt hệ thống nước nóng. Kỷ yếu hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc về cơ khí−Lần thứ IV, 2015, trang 568−575.

[8] Hoàng Thành Đạt, Hồ Trần Anh Ngọc. Nghiên Cứu Bơm Nhiệt Với Hệ Thống Lạnh Sử Dụng Chu Trình Rankine Hữu Cơ. Tạp Chí Khoa Học Và Công Nghệ Đại Học Đà Nẵng, Vol. 17, No. 1.2, 2019.

[9] Dương Hoàng Văn Bản. Luận văn Nghiên Cứu, Chế Tạo Mô Hình Gia Nhiệt Nước Nóng Bằng Bơm Nhiệt. Đại học Đà Nẵng−Năm 2012.
[10] Nguyễn Công Vinh, Hồ Trần Anh Ngọc. Nghiên Cứu Chế Tạo Và Thử Nghiệm Máy Lạnh Thu Hồi Nhiệt Để Cung Cấp Đồng Thời Nhiệt−Lạnh. Tạp Chí Khoa Học Và Công Nghệ Đại Học Đà Nẵng, Vol. 17, No. 1.2, 2019.
[11] ASNSYS FLUENT 12.0 Theory guide.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Nguyễn Xuân Viên
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM
Email: viennx@hcmute.edu.vn