

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG CỦA BƠM GIA NHIỆT CHO HỆ THỐNG CẤP NƯỚC NÓNG TẬP TRUNG BÊN TRONG CÔNG TRÌNH

Khuong Thị Hải Yên¹, Lê Minh Tùng², Bùi Hữu Anh Khoa²

Tóm tắt: *Bơm gia nhiệt (HP) là xu hướng thay thế hiệu quả, tiết kiệm năng lượng cho hệ thống cấp nước nóng trung tâm trong các công trình. Sử dụng HP có thể tiết kiệm đến 75% điện năng tiêu thụ so với công nghệ đun nước nóng bằng điện trở truyền thống. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng thực tế của hệ thống HP đang hoạt động cung cấp nhiệt làm nóng nước cho bể bơi thông qua hệ số COP_{sys} (Coefficient of Performance). Kết quả cho thấy hệ số COP_{sys} phụ thuộc vào khoảng chênh nhiệt độ của nước nóng trong bể bơi với nhiệt độ môi trường và số lượng HP hoạt động đồng thời trong hệ thống. Trong điều kiện nhiệt độ môi trường trung bình $18,6^{\circ}C$, bể bơi có dung tích $507m^3$ và diện tích mặt thoáng $390m^2$, nhiệt độ nước duy trì trong bể từ $25^{\circ}C-30^{\circ}C$ cho hệ số COP thực tế khi chạy đồng thời với 06 HP và 02 HP lần lượt đạt 4,01 và 4,56. Hệ số COP này thấp hơn giá trị 5,0 do nhà sản xuất cung cấp nhưng vẫn cao hơn giá trị tối thiểu 3,0 được quy định tại QCVN 09:2013/BXD. Với hiệu quả sử dụng năng lượng cao, chủ động về nhiệt độ và thời gian làm nóng nước nên tương lai công nghệ HP sẽ dần chiếm ưu thế trong hệ thống cấp nước nóng tập trung bên trong công trình.*

Từ khóa: bơm gia nhiệt, nước nóng, năng lượng, COP, công trình.

1. MỞ ĐẦU

Bơm gia nhiệt - Heat pump (HP) được ứng dụng nhiều trong lĩnh vực cấp nhiệt, điều hòa không khí và bắt đầu phát triển sang lĩnh vực cấp nước nóng tại Việt Nam trong những năm gần đây. Đã có một số nghiên cứu ứng dụng HP để sản xuất và cung cấp nước nóng trong công trình và cho hiệu quả cao như: Công trình cải tạo thay thế hệ thống cấp nước nóng bằng khí gas bằng hệ thống cấp nước nóng trung tâm sử dụng bơm gia nhiệt có tổng công suất là 280kW tại bệnh viện Đà Loan. Kết quả vận hành từ 2007 đến 2010 cho thấy hệ thống mới tiết kiệm năng lượng và giảm chi phí vận hành hơn 5 lần so với hệ thống cũ (Jin-Ming, S. et al, 2009). Hay việc thay thế các bình nóng lạnh trong các căn hộ bằng hệ thống cấp nước nóng trung tâm sử dụng HP tại khu chung cư 11 tầng khu vực phía bắc - Trung Quốc giúp giảm 60% điện

năng tiêu thụ mà lượng nước nóng cấp cho các căn hộ vẫn được bảo đảm và an toàn hơn (Chih-Chang, S., 2008).

Tại Việt Nam chưa có nhiều nghiên cứu về bơm gia nhiệt ứng dụng trong lĩnh vực cấp nước nóng cho công trình. Các căn hộ sử dụng bơm gia nhiệt thay thế cho các thiết bị đun nước nóng truyền thống khác cho thấy có thể tiết kiệm 75% tiêu thụ điện. Nếu tính cho 1 triệu hộ thì có thể tiết kiệm 2,179 tỷ kWh/năm điện năng và giảm phát thải khí nhà kính 896.000 tấn CO_2 /năm (Lê Nguyên Minh, 2019). Nguyễn Thị Mai Hoa cũng đề xuất giải pháp cấp nước nóng sử dụng bơm gia nhiệt cho tòa nhà Starlake như một công nghệ mới nhằm tiết kiệm năng lượng và tăng hiệu quả quản lý vận hành cho tòa nhà (Nguyễn Thị Mai Hoa, 2018). Thực tế, một số các công trình đã triển khai lắp đặt hệ thống cấp nước nóng sử dụng HP như Khách sạn Samy - Đà Lạt, khách sạn Mellia và tòa nhà Lotte - Hà Nội. Các đơn vị quản lý vận hành đều phản hồi tích cực về hiệu quả tiết kiệm năng

¹ Khoa Kỹ thuật Tài nguyên nước, trường Đại học Thủy lợi

² Cơ sở 2, trường Đại học Thủy lợi

lượng cũng như sự chủ động trong việc cung cấp nước nóng trong công trình.

Hầu hết các công trình đặc biệt là nhà cao tầng hiện nay đều có bể bơi bốn mùa. Ngoài việc cấp nước nóng phục vụ sinh hoạt trong các căn hộ, khu dịch vụ thì một phần không nhỏ nước nóng dùng cho các bể bơi này. Với đặc điểm sử dụng nhiều nước nóng chủ yếu trong các tháng lạnh khi nhiệt độ môi trường thấp hơn 20°C và ngừng trong các tháng nóng; nhiệt độ nước trong bể bơi phải ổn định nên đa số các bể bơi bốn mùa hiện nay đều sử dụng bơm gia nhiệt. Việc lựa chọn bơm gia nhiệt hầu hết phụ thuộc kinh nghiệm, thông số lý thuyết được cung cấp bởi các đơn vị tư vấn và hãng sản xuất thiết bị mà chưa có nghiên cứu nào kiểm chứng hiệu quả làm việc của các HP trong điều kiện thực tế. Nội dung bài báo này nhằm đánh giá hiệu quả tiêu thụ năng lượng của bơm gia nhiệt cho hệ thống cấp nước nóng trung tâm cho bể bơi, làm cơ sở cho việc thiết kế HP hệ thống cấp nước nóng sử dụng bơm gia nhiệt trong công trình tại Việt Nam.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Đối tượng nghiên cứu

Bể bơi bốn mùa: Công trình đặt tại lô TH05, Việt Hưng, quận Long Biên, TP. Hà Nội. Đây là bể bơi trong nhà, hoạt động cả mùa đông và mùa hè. Bể có kích thước $LxBx(H_d-H_c) = 26x15x(0,8-1,8)$ m; dung tích toàn phần của bể bơi 507m³. Khi thời tiết lạnh, khi nhiệt độ môi trường dưới 20°C bể được cấp nước nóng duy trì từ 25-30°C và mở cửa từ 6 giờ đến 21 giờ 30 phút tất cả các ngày trong tuần. Lượng nước bổ sung do thất thoát và tổn thất trong quá trình vận hành đo được trung bình khoảng 15,2m³/ngày (tương đương 3% dung tích của bể) sẽ được bơm trực tiếp vào bể bơi qua hệ thống máy bơm riêng. Cảm biến nhiệt độ được lắp đặt trong bể bơi, khi nhiệt độ nước xuống dưới 25°C sẽ kích hoạt máy bơm tuần hoàn để bơm nước đến hệ thống bơm gia nhiệt để làm nóng lại.

Bơm gia nhiệt (HP): Sử dụng HP loại Air/Water nhãn hiệu Konnen, ký hiệu CS02H140A sử dụng R410A làm môi chất lạnh; công suất 55kW; hệ số hiệu quả (COP) của bơm là 5,0; số lượng HP là 6 cái với tổng công suất của hệ thống là 330kW, được chi tiết tại Bảng 1.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của bơm gia nhiệt

Thông số	ĐVT	CS02H140A
Công suất làm nóng	kW	55
Công suất định mức (kW)	kW	11
Dòng điện định mức (A)	A	20,7
Hệ số hiệu quả (COP)	-	5.0
Nhiệt độ nước nóng tối đa	oC	35
Nguồn điện		380V/50Hz
Lưu lượng nước	m ³ /h	15,8
Trọng lượng	kg	345

Các HP được hoạt động luân phiên, tối thiểu 2 máy bơm hoạt động vào các giờ duy trì độ ổn định của nước và tối đa 6 HP cùng hoạt động khi bắt đầu làm nóng nước bể bơi. Khi nhiệt độ nước trong bể bơi giảm xuống dưới 1°C so với ngưỡng dưới của nhiệt độ cài đặt thì nước sẽ được bơm tuần hoàn đến các HP để làm nóng trở lại đến nhiệt độ yêu cầu là 30°C và dẫn quay lại bể bơi. Nhiệt độ nước tại đầu vào bơm gia nhiệt lấy theo cài đặt là $T_1 = 25^\circ\text{C}$; nhiệt độ đầu ra khỏi máy

bơm gia nhiệt cài đặt tại mức $T_2 = 30^\circ\text{C}$. Riêng ngày đầu tiên khởi động hệ thống thì nhiệt độ đầu vào của nước đo tại bể bơi $T_1 = 20^\circ\text{C}$.

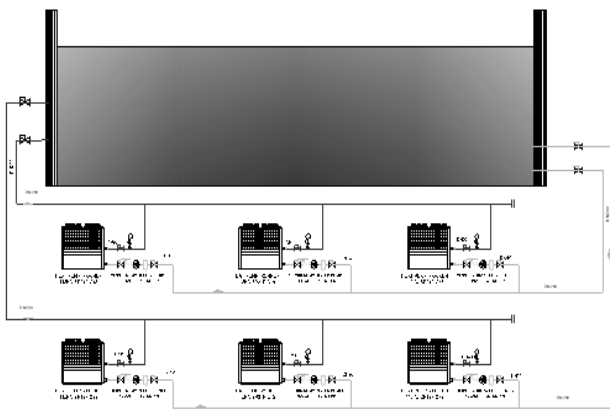
2.2. Bố trí thí nghiệm

2.2.1 Bố trí thí nghiệm

Do đặc thù của miền Bắc lạnh vào mùa đông và cũng là thời gian hoạt động chủ yếu của hệ thống HP để làm nóng nước trong bể bơi nên chọn thời gian thực hiện thí nghiệm từ 01/12/2019 đến 28/2/2020. Nhiệt độ các giờ trong ngày được đo

bằng nhiệt kế treo trên tường gần bể bơi trong nhà. Hàng giờ ghi lại giá trị và tính trung bình cho từng ngày; nhiệt độ trung bình tháng là giá trị trung bình của các ngày.

Đồng hồ Zeno đường kính DN50 được lắp đặt để đo lưu lượng nước cần bổ sung do nước thất thoát và hao hụt; Công tơ điện được lắp đặt để đo lượng điện năng tiêu thụ cho toàn bộ hệ thống HP. Sử dụng công tơ điện EMIC có độ chính xác cấp 1 (theo IEC 62053-21). Lượng nước nóng và điện năng tiêu thụ được chốt số vào 21 giờ 30 phút hàng ngày. Các máy bơm gia nhiệt được bố trí và lắp đặt như tại Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ bố trí hệ thống bơm gia nhiệt

2.2.2 Quy trình vận hành bể bơi

Kết thúc quá trình khởi động làm nóng nước bể bơi, quy trình vận hành hồ bơi hàng ngày như sau:

- Đầu giờ kiểm tra mức nước trong bể bơi. Nếu mức nước không đạt do hao hụt trong quá trình hoạt động thì cần mở van cấp nước sạch bổ sung về bể cho đến khi mực nước đạt yêu cầu;

- Hệ thống bơm gia nhiệt được cài đặt tự động, quá trình đóng mở phụ thuộc vào nhiệt độ do các cảm biến nhiệt trong hồ bơi truyền về. Khi nhiệt độ nước trong bể bơi giảm xuống dưới 25°C sẽ kích hoạt bơm nước tuần hoàn chạy và đưa nước đến các bơm gia nhiệt. Tại đây, nước được làm nóng đạt nhiệt độ 30°C và dẫn trở lại bể bơi;

- Kiểm tra nhiệt độ nước trong bể bơi, đảm bảo nhiệt độ nằm trong khoảng cho phép;

- Định kỳ thực hiện chế độ rửa bình lọc để đảm bảo chất lượng nước đưa đến bơm gia nhiệt không có các chất bẩn gây tắc và hỏng bơm;

- Cuối ngày trùm bạt lên toàn bộ bể để hạn chế quá trình bốc hơi gây thất thoát nước và nhiệt trong bể.

2.3. Phương pháp tính toán

- Lượng nhiệt cần thiết để làm nóng nước bể bơi lần đầu:

$$W_1 = G * C * (T_2 - T_1) \quad (\text{kJ}) \quad (1)$$

G (kg) : Khối lượng nước cần làm nóng

$$G = V * \rho \quad (\text{kg})$$

V(m³): Thể tích nước của bể bơi

ρ (kg/m³): Khối lượng riêng của nước

T₂ (°C): Nhiệt độ nước nóng cho bể bơi

T₁ (°C) : Nhiệt độ nước cấp ban đầu

C (kJ/kg.K): Nhiệt dung riêng của nước

- Dòng nhiệt tổn thất ra môi trường xung quanh (chủ yếu là đối lưu giữa bề mặt bể bơi và không khí):

$$W_{tt} = \alpha * S * \Delta T \quad (\text{W}) \quad (2)$$

S (m²): Diện tích bề mặt của bể bơi

ΔT (°C): Nhiệt độ chênh lệch giữa nước và không khí

$\alpha = 15$ (W/m²*K): Hệ số tỏa nhiệt đối lưu giữa nước và không khí

- Lượng nhiệt duy trì nhiệt độ cho bể bơi trong một ngày là:

$$W_{dt} = W_{tt} * t \quad (\text{J}) \quad (3)$$

t (giờ): số giờ trong ngày

W_{tt} (W): Dòng nhiệt tổn thất ra môi trường xung quanh

- Năng suất nhiệt của hệ thống bơm nhiệt là:

$$W_{tp} = W_{dt} / 1000 * t_1 \quad (\text{kW}) \quad (4)$$

t₁ (giờ): Thời gian bơm gia nhiệt chạy

W_{dt} (J): Lượng nhiệt duy trì nhiệt độ cho bể bơi trong một ngày

- Hệ số hiệu quả của hệ thống bơm gia nhiệt được xác định:

$$\text{COP}_{\text{sys}} = W_{tp} / N \quad (5)$$

W_{tp}: Năng suất nhiệt của hệ thống bơm nhiệt (kW)

N: Công suất tiêu thụ điện của hệ thống bơm nhiệt (kW)

- Các giá trị trung bình được xác định theo công thức:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N X_n \quad (6)$$

- Độ lệch chuẩn:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (X_n - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (7)$$

X_1, X_2, \dots, X_n là n giá trị khác nhau của số X

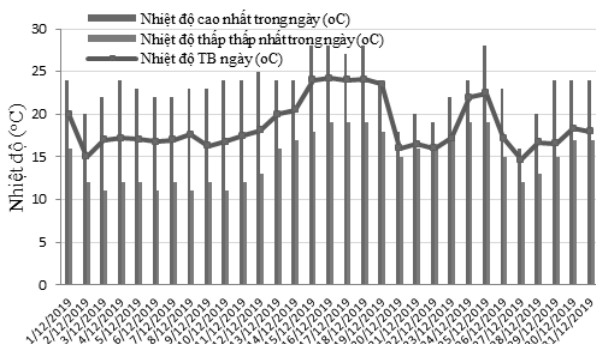
n_1, n_2, \dots, n_n là số lần tương ứng

N là số các giá trị

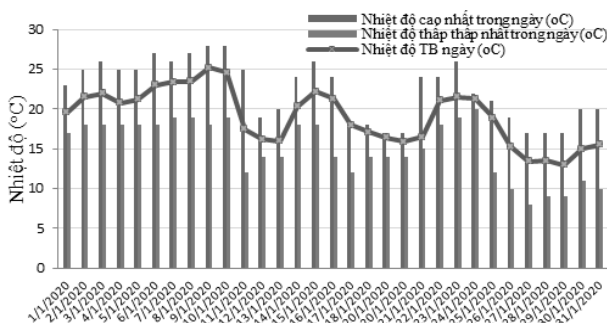
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Nhiệt độ môi trường

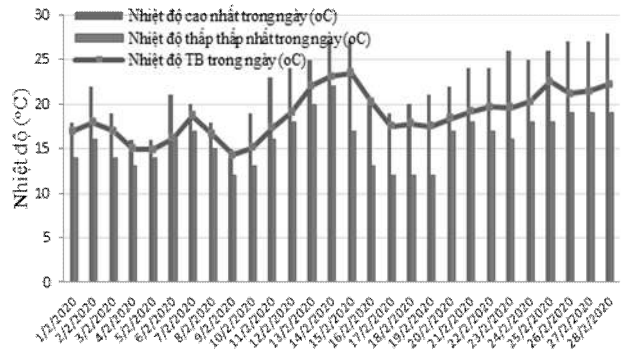
Nghiên cứu được thực hiện từ 01/12/2019 đến 28/02/2020. Trong quá trình nghiên cứu, nhiệt độ thấp nhất trung bình ngày là 13,5°C (ngày 29/1/2020) và cao nhất là 25,2°C (ngày 9/01/2020); nhiệt độ thấp nhất của giờ trong ngày là 8°C, cao nhất là 28°C; nhiệt độ trung bình tháng 12/2019, tháng 01/2020 và tháng 02/2020 lần lượt là 18,6°C, 19,05°C và 18,77°C (trung bình 18,6°C). Kết quả được chi tiết tại Hình 2, Hình 3, Hình 4.



Hình 2. Nhiệt độ môi trường tháng 12/2019



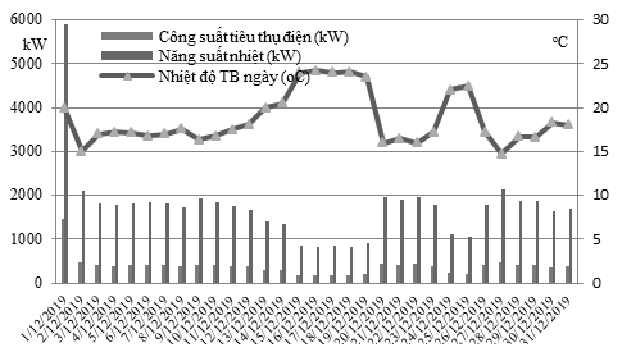
Hình 3. Nhiệt độ môi trường tháng 01/2020



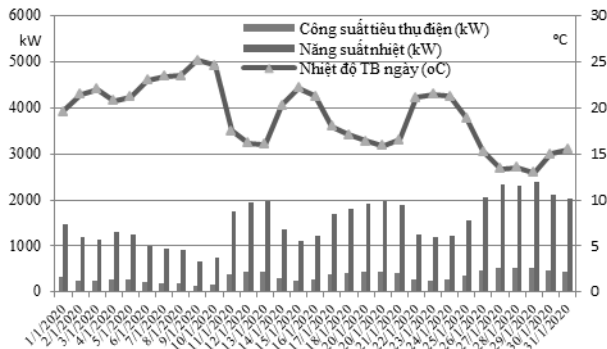
Hình 4. Nhiệt độ môi trường tháng 02/2020

3.2 Hiệu suất sử dụng năng lượng

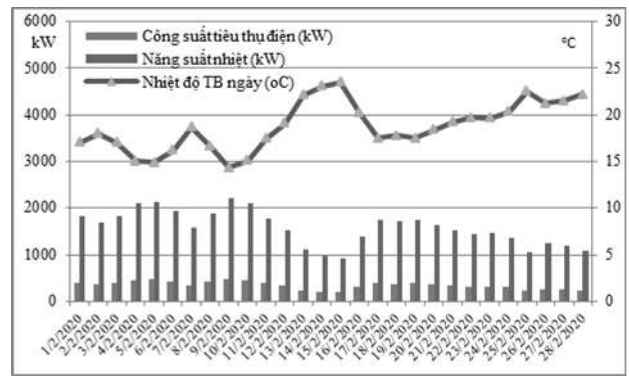
Quá trình theo dõi hoạt động của các HP cung cấp nước nóng bể bơi cho thấy: Trong 18,7 giờ đầu tiên cả 6 HP hoạt động liên tục để làm nóng toàn bộ 507m³ nước trong hồ bơi từ 20°C lên 30°C, công suất tiêu thụ điện năng của hệ thống HP trong thời gian khởi động là 1.475 kW. Để nhiệt độ nước trong bể bơi ổn định tại 30°C các bơm được cài đặt để làm việc luân phiên, tối thiểu hai bơm làm việc đồng thời. Công suất tiêu thụ điện năng của hệ thống HP tháng 12, tháng 01 và tháng 02 lần lượt là 387,92±12,5 kW, 333,38±13 kW và 343,77±11,8 kW (trung bình 355,02±12,3 kW); năng suất nhiệt của hệ thống HP để duy trì nhiệt độ nước nóng trong bể bơi tháng 12, tháng 01 và tháng 02 phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường xung quanh và có giá trị lần lượt là 1598,69 kW, 1536,70 kW và 1.576,49 kW (trung bình 1.570,62 kW). Chi tiết được trình bày trong Hình 5, Hình 6, Hình 7 và Bảng 2.



Hình 5. Công suất tiêu thụ điện và năng suất nhiệt của hệ thống HP tháng 12/2019



Hình 6. Công suất tiêu thụ điện và năng suất nhiệt của hệ thống HP tháng 01/2020



Hình 7. Công suất tiêu thụ điện và năng suất nhiệt của hệ thống HP tháng 02/2020

Bảng 2. Kết quả thực nghiệm hệ thống bơm gia nhiệt (Konnen, KH:CS02H140A)

Nội dung	Khởi động (18,7 giờ đầu)	12/2019(*)	01/2020	02/2020
Nhiệt độ môi trường TB (oC)	17,3±0,91	17,6±1,72	16,7±1,83	18,3±1,42
Năng suất nhiệt (kW) (**)	5.915	1598,69	1536,70	1.576,49
Công suất tiêu thụ điện (kW)	1.475±5,5	387,92±12,5	333,38±13	343,77±11,8

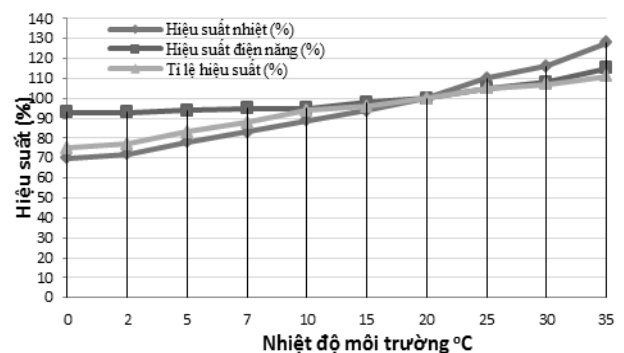
Ghi chú: (*) Giá trị trong bảng là giá trị trung bình các ngày trong tháng trừ giai đoạn khởi động hệ thống

(**) giá trị nhiệt lượng cần thiết để làm nóng nước theo tính toán theo (2), (3), (4) và lấy theo giá trị trung bình

Kết quả tại Bảng 2 cho thấy, tại các ngày có nhiệt độ cao thì độ chênh lệch giữa nhiệt độ môi trường và nhiệt độ nước nóng trong bể bơi nhỏ, thất thoát nhiệt ít nên nhiệt lượng cần thiết để duy trì nhiệt độ của nước trong bể bơi và công suất tiêu thụ điện giảm. Ngược lại, ngày có nhiệt độ thấp thì nhu cầu nhiệt lượng và công suất tiêu thụ điện của hệ thống tăng. Điều này cũng hợp lý do bơm gia nhiệt này hoạt động theo nguyên tắc lấy nhiệt chủ yếu từ môi trường không khí xung quanh nên nhiệt độ môi trường càng cao thì hiệu quả sử dụng năng lượng càng tăng.

Năng suất nhiệt và công suất tiêu thụ điện trung bình của các tháng gần như nhau trong khi nhiệt độ trung bình của tháng 01/2020 và tháng 02/2020 chênh lệch nhau 2°C (Bảng 2). Năng suất nhiệt và công suất tiêu thụ điện tính trung bình giữa các tháng không có sự đột biến. Công suất tiêu thụ điện trung bình trong tháng (trừ thời gian khởi động) dao động 333,38±13kW đến 387,92±12,5 kW để duy trì nước trong bể

bơi có dung tích 507m³ luôn ở nhiệt độ từ 25°C đến 30°C.



Hình 8. Hiệu suất sử dụng năng lượng của bơm gia nhiệt

Trong khoảng nhiệt độ nghiên cứu từ 13,5°C đến 25,2°C thì tỉ lệ hiệu suất sử dụng năng lượng của bơm gia nhiệt loại Konnen -KHCS02H140A đạt 92,5% đến 102,2% (Hình 8). Nhiệt độ môi trường tăng thì tỉ lệ hiệu suất sử dụng năng lượng

cũng tăng và ngược lại. Tỷ lệ này đạt 100% đối với HP nghiên cứu khi nhiệt độ ngoài môi trường là 20°C. Trong ngày 29/01/2020 và 9/02/2020 công suất tiêu thụ điện tăng đột biến lần lượt là 528 kW và 490 kW trong khi các ngày khác thấp hơn nhiều. Lý giải điều này là do nhiệt độ môi trường hạ thấp đột ngột xuống còn lần lượt là 13 °C và 14,3°C làm tăng quá trình thất thoát nhiệt từ nước hồ bơi vào không khí; ngoài ra tỷ lệ hiệu suất sử dụng năng lượng của bơm nhiệt cũng giảm nên các HP phải làm việc nhiều hơn làm điện năng tiêu thụ tăng.

3.3 Hệ số hiệu quả sử dụng năng lượng của bơm nhiệt (COP)

Hệ số hiệu quả COP (Coefficient of Performance) của HP Konnen, hiệu CS02H140A

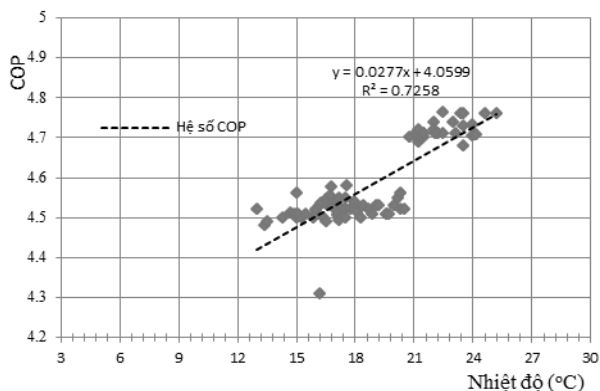
là 5.0 (Cataloge của nhà sản xuất), nhiệt độ làm nóng nước tối đa đạt 35°C. Với bể bơi nhiệt độ nước nóng nhiệt độ tại đầu ra của HP được cài đặt tại mức 30°C. Khoảng thời gian khởi động để làm nóng nước hồ bơi từ 20°C lên 30°C, cả sáu bơm đều hoạt động và hệ số COP của hệ thống đạt 4,01 ±0,13; sau đó chỉ tối đa hai bơm làm việc đồng thời (các bơm được cài đặt để chạy luân phiên tối đa 8 giờ/ngày) để bù nhiệt lượng tổn thất ra môi trường xung quanh với hệ số COP trung bình trong tháng 12/2019; tháng 01/2020 và 02/2020 lần lượt là 4,56±0,09; 4,51 ±0,22 và 4,61±0,15 (trung bình 4,56±0,14). Kết quả tính toán hệ số COP của hệ thống bơm gia nhiệt được trình bày tại Bảng 3.

Bảng 3. Hệ số COP của hệ thống bơm gia nhiệt (Konnen, KH: CS02H140A)

Nội dung	Khởi động (18,7 giờ đầu)	12/2019(*)	01/2020	02/2020
Nhiệt độ môi trường TB (oC)	17,3±0,91	17,6±1,72	16,7±1,83	18,3±1,42
Năng suất nhiệt (kW)	5.915	1598,69	1536,70	1.576,49
Công suất tiêu thụ điện (kW)	1.475±5,5	387,92±12,5	333,38±13	343,77±11,8
Hệ số COP	4,01 ±0,13	4,56±0,09	4,51 ±0,22	4,61±0,15

Ghi chú:

(*) Giá trị trong bảng là giá trị trung bình các ngày trong tháng trừ giai đoạn khởi động hệ thống



Hình 9. Mối quan hệ giữa hệ số COP và nhiệt độ môi trường

Hệ số hiệu quả (COP) của bơm nhiệt phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường. Kết quả trên Hình 9 cho thấy, hệ số COP của hệ thống có xu hướng tăng từ 4,31±0,13 lên 4,76 ±0,09 (trung bình 4,56±0,14) khi nhiệt độ môi trường tăng từ 13,1°C lên 25,2°C

(Hình 9). Tại các ngày có nhiệt độ môi trường càng thấp, hệ số COP giảm nên lượng điện năng sử dụng tăng để duy trì nhiệt độ của nước bể bơi. Giá trị hệ số COP thực tế của hệ thống bơm nhiệt thấp hơn giá trị công bố lý thuyết là 5.0 nhưng vẫn cao hơn so với yêu cầu tối thiểu đối với bơm nhiệt với nguồn nhiệt từ không khí được quy định tại QCVN 09:2013/BXD – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả là 3,0. Do vậy, hệ thống bơm nhiệt này được đánh giá sử dụng năng lượng có hiệu quả.

4. KẾT LUẬN

- Tính trung bình công suất tiêu thụ điện của hệ thống 6HP hoạt động thay phiên (mỗi phiên tối thiểu 02 máy làm việc, thời gian hoạt động tối đa 08 giờ/ngày) để duy trì nước nóng cho bể bơi có dung tích 507m³, diện tích mặt thoáng 390m² ở nhiệt độ 30°C trong môi trường có nhiệt độ là

18,6°C là 355,02 kW. Khi độ chênh lệch giữa nhiệt độ môi trường cao thì công suất tiêu thụ điện tăng và ngược lại;

- Hệ số COP của hệ thống các HP thấp hơn hệ số lý thuyết của từng HP và phụ thuộc vào số lượng bơm hoạt động đồng thời. Với hệ thống 06 HP hoạt động thì hệ số COP đạt 4,01; 02 bơm hoạt động đồng thời thì hệ số COP trung bình đạt 4,56±0,14 thấp hơn so với hệ số COP lý thuyết là 5.0;

- Hệ thống HP có hệ số COP càng cao thì càng tiết kiệm năng lượng (tối thiểu phải có hệ số COP

≥ 3,0 - QCVN 09:2013/BXD). Khi thiết kế hệ thống HP cần chú ý đến khoảng chênh lệch nhiệt độ cần làm nóng nước và số lượng HP làm việc đồng thời. Trong khoảng nhiệt độ môi trường trung bình từ 13,1°C đến 25,2°C, nhiệt độ nước đầu ra của HP là 30°C; số lượng bơm hoạt động đồng thời từ 02 đến 06 HP thì hệ thống HP hiệu Konen luôn đạt hệ số COP ≥ 4 - được đánh giá sử dụng năng lượng điện có hiệu quả và nên áp dụng rộng rãi cho hệ thống cấp nước nóng bên trong công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Đức Lợi, *Bơm nhiệt*, Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, 2014.

Nguyễn Thị Mai Hoa, *Giải pháp cấp nước nóng trung tâm bằng hệ thống máy bơm nhiệt cho công trình khu nhà ở hỗn hợp Bắc Hà Starlake Hà Nội*, Luận văn thạc sĩ - ĐH Kiến trúc Hà Nội, 2018.

Lê Nguyên Minh, *Giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả trong công trình xanh*, Tạp chí Hội KHKT Lạnh và ĐHKK Việt Nam, 2019.

Chih-Chang, S., *Evaluation of Energy Efficiency for Hot Water Supply System of Medical Establishment*. Master's Thesis, Department of Energy and Refrigeration Air-conditioning Engineering, National Taipei University of Technology, Taipei, Taiwan, 2008.

Jin-Ming, S.; Wei-gong, Y., *Discussion on cold and heat sources and their systems in hospital buildings*. HV AC 2009, page 39, 10–14, 2009.

Abstract:

ENERGY EFFICIENCY ASSESSMENT OF HEAT PUMP SYSTEM FOR CENTRALIZED HOT WATER SYSTEM IN BUILDINGS

Heat pump (HP) is an efficient, energy-saving alternative for centralized hot water system in buildings. Using heat pump can save up to 75% in energy consumption comparing to traditional resistive water heating technology. The present study aims to assess real energy efficiency of heat pump system through Coefficient of Performance (COP_{sys}). The heat pump system works to heat the water in the swimming pool. The experimental results show that the COP_{sys} depends on the temperature distance between temperature of the hot water in the pool and the ambient temperature; and the number of heat pumps operating simultaneously in the system. In the condition of the average ambient temperature of 18.6°C, the swimming pool has a capacity of 507m³ and an open surface area of 390m², the water temperature maintained in the swimming pool is from 25°C-30°C. The COP coefficient reached 4.01 with 06 heat pumps and 4.56 with 02 heat pumps. This COP is lower than the value provided by the manufacturer which is 5.0 but still higher than the minimum value specified in QCVN 09: 2013 / BXD which is 3.0. Due to the high energy efficiency, the heat pump system are regarded a promising technology for centralized hot water supply systems in buildings.

Keywords: Heat pump, hot water, energy, COP, buildings

Ngày nhận bài: 13/9/2020

Ngày chấp nhận đăng: 19/10/2020