

MỘT SỐ ĐIỀU CẦN LƯU Ý TRONG THIẾT KẾ VÀ LẮP ĐẶT HỆ THỐNG THIẾT BỊ ĐUN NƯỚC NÓNG SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

ThS. NGUYỄN SƠN LÂM
KS. NGUYỄN QUYẾT CHIẾN
Viện KHCN Xây dựng

1. Mở đầu

Theo con số thống kê cho đến năm 2004, số lượng thiết bị đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời đã được sản xuất và lắp đặt đạt khoảng 115 triệu m² trên toàn thế giới. Trong đó nước sử dụng nhiều nhất là Trung Quốc (64,3 triệu m²), sau đó là EU (14 triệu m²), Nhật Bản (12,7 triệu m²), Mỹ (2 triệu m²), Úc (1,5 triệu m²)...

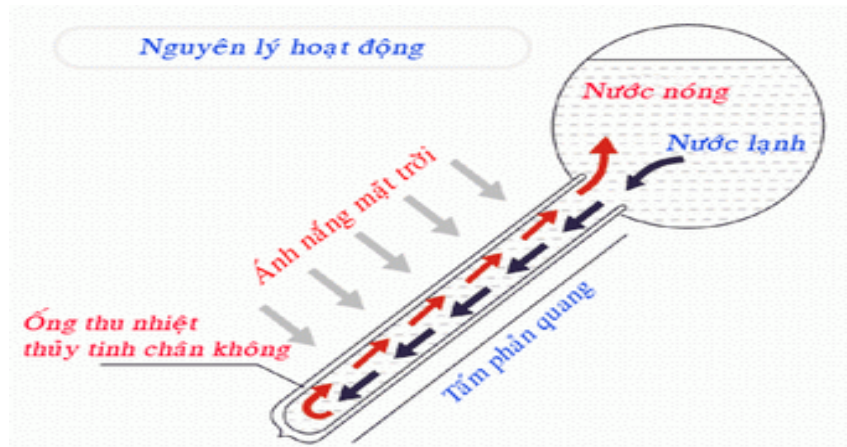
Việt Nam là một nước nhiệt đới có tiềm năng bức xạ mặt trời vào loại cao và số giờ nắng dao động từ 1600-2600 giờ nắng/năm. Do đó mà khả năng ứng dụng thiết bị đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời tại nước ta là rất khả thi và đem lại nhiều lợi ích về kinh tế cũng như môi trường.

Hiện nay trên thị trường Việt Nam đã có các sản phẩm thiết bị đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời do các công ty của Việt Nam sản xuất (Sơn Hà, Tân Á, Quán Quân...) hoặc được nhập khẩu chủ yếu từ Trung Quốc. Các thiết bị này hiện nay chủ yếu được lắp đặt đơn lẻ với qui mô công suất nhỏ từ một trăm đến vài trăm lít cho các hộ gia đình và chưa có các hướng dẫn đầy đủ trong việc thiết kế, lắp đặt và bảo trì hệ thống nhất là đối với hệ thống cấp nước tập trung qui mô lớn cho các công trình như nhà chung cư cao tầng, khách sạn, trung tâm thể thao, bể bơi, nhà thi đấu.... Bài báo này trình bày một số điều cần lưu ý khi thiết kế, lắp đặt hệ thống thiết bị cấp nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời để cung cấp cho công trình.

2. Hệ thống thiết bị đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời

2.1. Nguyên lý hoạt động chung của hệ thống

Hệ thống đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời hoạt động dựa trên cơ sở hiệu ứng nhà kính chuyên quang năng thành nhiệt năng. Khi ánh sáng mặt trời chiếu vào ống chân không với tính năng hấp thụ ánh sáng mặt trời cao và tỉ lệ phát xạ thấp sẽ hấp thụ bức xạ mặt trời rồi chuyển hoá thành nhiệt năng. Nước trong các ống chân không sẽ được đun nóng và tạo thành vòng tuần hoàn đối lưu tự nhiên theo nguyên tắc nước lạnh có tỉ trọng lớn đi xuống và nước nóng có tỉ trọng nhỏ liên tục đi lên và sự tuần hoàn này làm cho nước trong bình chứa nóng dần lên (hình 1).



Hình 1. Nguyên lý hoạt động của hệ thống

2.2. Phân loại hệ thống

Hệ thống thiết bị đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời có thể được chia thành 02 loại theo phương thức vận hành.

a. Hệ thống tuần hoàn tự nhiên

Hệ thống tuần hoàn tự nhiên là hệ thống nước nóng mặt trời lợi dụng đối lưu nội bộ tự nhiên của vật chất truyền nhiệt hình thành do chênh lệch tỉ trọng sinh ra. Trong hệ thống tuần hoàn tự nhiên, để

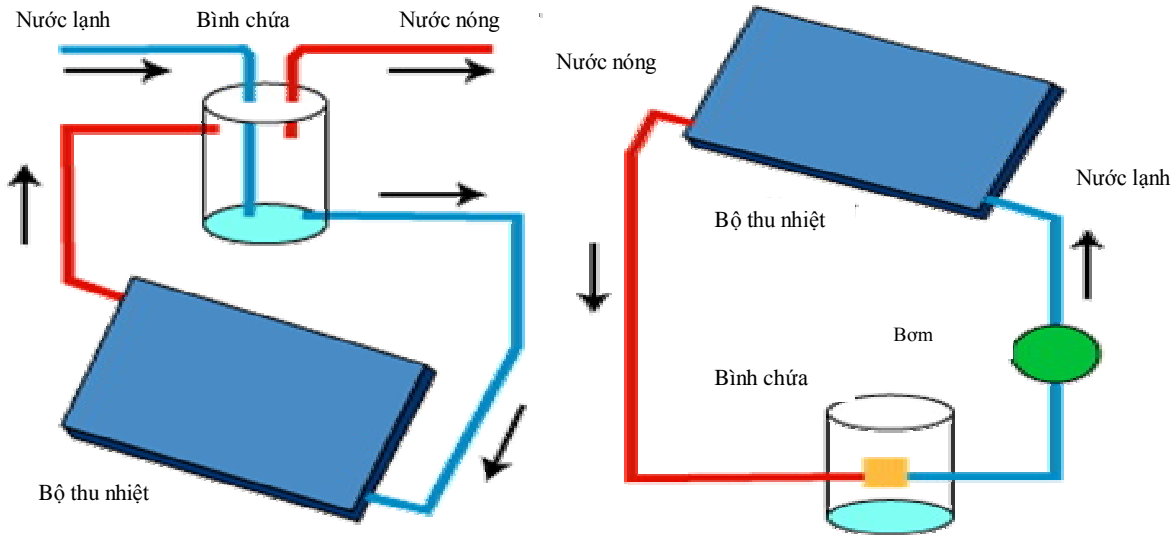
đảm bảo đầu thu áp của bình nhiệt cần thiết, bình chứa nước phải cao hơn bộ phận thu nhiệt. Kết cấu của loại hệ thống này đơn giản, không cần động lực bổ sung.

b. Hệ thống tuần hoàn cưỡng bức

Hệ thống tuần hoàn cưỡng bức là hệ thống nước nóng mặt trời dùng động lực bên ngoài (bơm) để tuần hoàn vật chất truyền nhiệt chảy qua bộ thu nhiệt (hoặc trao đổi nhiệt). Hệ thống tuần hoàn cưỡng bức thường được điều khiển bằng các thiết bị sử dụng phương pháp khống chế sai lệch nhiệt độ, khống chế quang điện và khống chế bằng máy hẹn giờ. Hệ thống này có ưu điểm là hoà trộn đều nước nóng và lạnh trong bình do vậy làm nước nóng nhanh đạt đến nhiệt độ yêu cầu.

Ngoài ra căn cứ vào việc có hay không có bộ trao đổi nhiệt trong hệ thống thiết bị đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời có thể chia làm: hệ thống gia nhiệt trực tiếp chỉ gồm một vòng tuần hoàn. Nước trong hệ thống được gia nhiệt trực tiếp tại bộ thu nhiệt nóng lên và được dẫn về bình chứa và từ đó cấp trực tiếp đến nơi sử dụng. Hệ thống gia nhiệt gián tiếp: hệ thống này có thêm bộ trao đổi nhiệt được lắp đặt trong bình chứa nước. Nước được đun nóng tại bộ thu năng lượng và được tuần hoàn kín bằng đối lưu tự nhiên hoặc cưỡng bức qua bộ trao đổi nhiệt làm cho nước trong bình nóng dần lên.

Hệ thống kết hợp đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời với nguồn năng lượng bổ trợ (điện, than, dầu...) trong trường hợp mà năng lượng mặt trời không đủ để đun nước nóng đến nhiệt độ qui định.



Hình 2. Hệ thống tuần hoàn tự nhiên và tuần hoàn cưỡng bức

3. Thành phần của hệ thống thiết bị

Hệ thống thiết bị đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời có các bộ phận chính sau: bộ thu nhiệt, bình chứa nước nóng, đường ống cùng các phụ kiện, bơm, bộ phận điều khiển cấp.

Bộ thu năng lượng mặt trời: hiện nay trên thị trường phổ biến có hai loại sản phẩm:

- Loại dùng tấm phẳng hấp thụ nhiệt;
- Loại dùng ống chân không hấp thụ.

Hiện nay loại dùng ống chân không hấp thụ đang được dùng phổ biến hơn so với loại tấm phẳng hấp thụ nhiệt. Loại dùng ống chân không mặc dù có giá thành cao hơn nhưng đây là sản phẩm của công nghệ mới do có một số điểm ưu việt hơn như: hiệu suất thu nhiệt cao hơn, diện tích lắp đặt nhỏ hơn, không bị ăn mòn có thể phù hợp với mọi loại nước sinh hoạt (nước giếng khoan, nước máy, nước xử lý lọc thô,...), tránh được hiện tượng đối lưu ngược dẫn đến mất nhiệt của nước trong bình chứa về ban đêm.

Bộ thu nhiệt tấm phẳng hấp thụ nhiệt có cấu tạo như sau: trên cùng là tấm kính trong suốt, ở giữa là tấm phẳng hấp thụ nhiệt có lõi bằng đồng, nhôm hoặc hợp kim nhôm - đồng được sơn phủ bằng lớp sơn đặc biệt hấp thụ nhiệt, dưới cùng là lớp xốp hấp thụ nhiệt và nhựa bảo vệ. Tất cả được đặt trong một khung nhôm tạo thành một hộp kín.

Bộ thu nhiệt ống chân không hấp thụ có cấu tạo như sau: Bộ phận hấp thụ nhiệt chân không do hai ống thủy tinh cứng Bosilic đồng trục tạo thành, thiết bị được hàn tự động điều khiển bằng máy vi tính, độ chính xác cao. Lớp mạ trên bề mặt ống được tạo thành bởi nhôm, đồng và cacbon, kỹ thuật mạ tiên

tiến với màng mạ 12 tầng do đó có tỷ lệ hấp thụ và chọn lọc ánh sáng cao, tỷ lệ phát xạ thấp. Chịu được sức ép của nước nóng và nước lạnh đột ngột. Màng mạ 12 tầng sẽ hình thành trên ống hấp thụ nhiệt 3 lớp cơ bản như sau: Lớp chống tán xạ (chống thất thoát nhiệt), lớp hấp thụ ánh sáng mặt trời, lớp truyền dẫn nhiệt. Khi ánh sáng chiếu vào bộ phận hấp thụ, lớp hấp thụ nhiệt ở ống bên trong sẽ hấp thụ các tia hồng ngoại, lúc này nhiệt độ giữa hai ống sẽ tăng lên rất cao, lớp bên ngoài sẽ làm nhiệm vụ ngăn cách không cho nhiệt độ thất thoát ra môi trường bên ngoài. Lớp chân không giữa hai ống có tác dụng ngăn cản không truyền dẫn nhiệt đã hấp thụ trở lại ra môi trường không khí bên ngoài (lớp chân không có tác dụng như một lớp bảo ôn). Lớp chống tán xạ: lớp này có tác dụng chống phản xạ ngược lại ánh sáng đảm bảo khi bức xạ mặt trời đến ống sẽ không bị thất thoát. Lớp hấp thụ: lớp này có tác dụng chọn lọc tia trong bức xạ mặt trời, nó chỉ hấp thụ duy nhất tia hồng ngoại và chuyển hoá nhiệt năng để làm nóng nước. Lớp truyền dẫn nhiệt nằm trong cùng tiếp xúc với nước, nó có tác dụng truyền dẫn nhanh nhiệt năng hấp thụ được từ lớp hấp thụ đến nước. Chính vì có lớp này nên nước nóng được nóng lên rất nhanh, nếu thiếu lớp này thì tốc độ làm nóng nước sẽ chậm đi.

Các bộ thu nhiệt có thể được nối trực tiếp với bình bảo ôn chứa nước nóng khi cấp nước đơn lẻ với qui mô nhỏ đối với nhà ở, công trình đơn lẻ hoặc được ghép với nhau thành nhiều dàn thu nhiệt và sau đó nối với bình chứa nước dung tích lớn bằng hệ thống đường ống nước có bảo ôn cùng hệ thống điều khiển khi cấp nước với qui mô lớn trung tâm. Hình 3 giới thiệu các hệ thống thiết bị đã được lắp đặt tại Viện KHCN Xây dựng phục vụ công tác nghiên cứu xây dựng hướng dẫn thiết kế, lắp đặt và bảo trì trong khuôn khổ đề tài mã số TK07-07.



Cấp nước đơn lẻ bộ thu nhiệt và ống chân không liền khối



Cấp nước trung tâm qui mô lớn bình chứa và bộ thu nhiệt tách rời

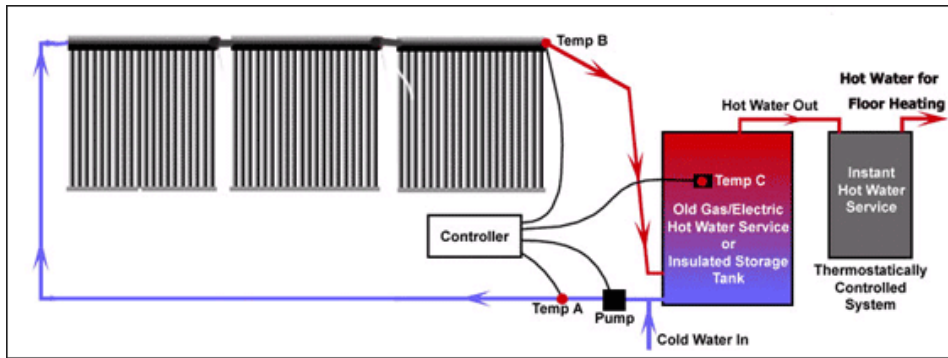
Hình 3. Hệ thống thiết bị đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời

Bộ phận bình bảo ôn chứa nước nóng: bình bảo ôn có cấu tạo gồm 3 lớp:

- Lớp 1: lớp trong cùng tiếp xúc với nước sử dụng là Inox US304, độ dày 0.4mm;
- Lớp 2: lớp bảo ôn có độ dày 5-5,5 cm, được làm bởi hỗn hợp nhựa xốp tổng hợp, có khả năng bảo ôn trên 48 tiếng, độ tổn hao nhiệt qua đêm vào khoảng từ 2°- 4°C;
- Lớp 3: Lớp ngoài cùng để trang trí và bảo vệ lớp bảo ôn bên trong. Lớp này được làm bằng Inox US304, độ dày 0.4mm. Cũng có thể dùng hợp kim nhôm kẽm, độ dày 0,5 mm, thành phần của hợp kim này đảm bảo không bị ô xy hoá, chịu được điều kiện nắng, mưa và sự thay đổi đột ngột của môi trường.

Đường ống cấp nước lạnh và nước nóng: bằng ống kẽm hoặc nhựa chịu nhiệt và được bảo ôn để tránh tổn thất nhiệt. Đường ống cấp nước nóng phải có khả năng chống ăn mòn hoá học và chịu được nhiệt độ đến 95°C.

Hệ thống thiết bị đun hỗ trợ bằng điện và điều khiển: hệ thống này cho phép kiểm soát nhiệt độ nước trong bình chứa theo yêu cầu, kiểm soát hệ thống van và bơm của hệ thống. Hình 4 giới thiệu mô hình hệ thống cấp nước nóng trung tâm có hệ thống điều khiển tuần hoàn cưỡng bức.



Hình 4. Sơ đồ hệ thống tuần hoàn cưỡng bức sử dụng năng lượng mặt trời

4. Thiết kế và lắp đặt hệ thống

4.1. Dữ liệu đầu vào phục vụ công tác thiết kế, lắp đặt thiết bị

- Dữ liệu về điều kiện tự nhiên, môi trường:
 - + Vị độ địa điểm lắp đặt hệ thống;
 - + Lượng bức xạ mặt trời bình quân ngày;
 - + Số giờ nắng trong năm;
 - + Tải trọng gió.
- Dữ liệu về mức độ sử dụng nước:
 - + Chất lượng nguồn nước cấp;
 - + Số lượng người sử dụng nước;
 - + Định mức sử dụng nước/người;
 - + Nhiệt độ của nước đầu vào;
 - + Nhiệt độ nước đầu ra yêu cầu;
 - + Vị trí sử dụng nước.
- Điều kiện hiện trạng công trình:
 - + Diện tích có thể sử dụng để lắp đặt bộ thu nhiệt của công trình, hướng có thể lắp đặt;
 - + Chiều cao của công trình;
 - + Tình trạng bị che chắn nắng do các vật thể xung quanh (công trình khác, cây cối...);
 - + Khả năng chịu tải của công trình sẽ được lắp đặt;
 - + áp suất nước;
 - + Điện áp;
 - + Hiện trạng cung cấp điện nước;
 - + Khả năng đấu nối hệ thống đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời với hệ thống cấp nước sẵn có.

4.2. Tính toán xác định diện tích của bộ thu nhiệt

- Xác định nhu cầu nhiệt lượng cần để đun nước nóng cấp cho công trình:

$$Q_{hw} = V_{hc} \times C_w \times \Delta t \quad (1)$$

Trong đó:

- Q_{hw} - nhu cầu về nhiệt lượng hàng ngày cần để đun nước nóng (KJ);
- V_{hc} - lượng nước nóng sử dụng bình quân trong ngày (m^3);
- C_w - nhiệt dung riêng của nước ($4,187 \text{ KJ}/m^3 \cdot ^\circ\text{C}$);
- Δt - chênh lệch nhiệt độ của nước đầu vào và nước đầu ra ($^\circ\text{C}$).

- Xác định kích thước bộ thu nhiệt: Các thông số cần thiết cho việc tính toán xác định diện tích bề mặt bộ thu nhiệt và bức xạ mặt trời tại khu vực cần lắp đặt thiết bị đun nước nóng và hiệu suất thu nhiệt trung bình.

Diện tích bề mặt của bộ thu nhiệt được xác định theo công thức sau:

$$F_{BT} = \frac{Q_{hw}}{I_{bx} \times \eta_{BT}} \quad (2)$$

Trong đó:

- F_{BT} - diện tích bề mặt bộ thu nhiệt (m^2);
- Q_{hw} - nhu cầu về nhiệt lượng cần để đun nước nóng hàng ngày (KJ);
- I_{bx} - cường độ tổng xạ ($\text{KJ}/m^2 \text{ ngày}$);
- η_{BT} - hiệu suất thu nhiệt của bộ thu nhiệt (%).

Hiệu suất thu nhiệt của bộ thu nhiệt được xác định bằng thí nghiệm đo đạc hoặc do nhà sản xuất cung cấp. Hiệu suất trung bình của hệ thống thu nhiệt loại ống chân không nằm trong khoảng 40-45%. Hiệu suất trung bình của hệ thống thu nhiệt loại tấm phẳng nằm trong khoảng 35-40%.

Việc tính toán trên được thực hiện cho từng tháng trong năm. Căn cứ vào 12 giá trị F_{BT} sẽ chọn ra giá trị thích hợp của F_{BT} có xét đến các yếu tố như giá trị đầu tư ban đầu, giới hạn vị trí lắp đặt, nhu cầu dùng nước nóng hàng ngày...

4.3. Xác định dung tích bình chứa có bảo ôn

Dung tích bình chứa nước nóng được xác định căn cứ vào nhu cầu dùng nước nóng hàng ngày.

4.4. Hệ thống đường ống và các thiết bị phụ kiện (bộ hỗ trợ điện, bơm, van...)

Việc thiết kế đường ống cấp, tuần hoàn được thực hiện theo tiêu chuẩn thiết kế cấp nước hiện hành.

4.5. Lắp đặt hệ thống thiết bị

Yêu cầu về hướng và góc nghiêng lắp đặt bộ thu nhiệt.

Đối với hệ thống tuần hoàn tự nhiên, để đảm bảo tuần hoàn đối lưu tự nhiên của nước trong hệ thống thì đáy của bình chứa nước phải được đặt cao hơn đỉnh bộ thu nhiệt một khoảng từ 0,3- 0,5 m. Nếu hệ thống có bình chứa nước và bộ thu nhiệt lắp rời (cấp nước trung tâm) thì chiều dài của đường ống tuần hoàn càng ngắn càng tốt và tối đa không được vượt quá 10 m và có độ dốc 0,3-0,35%.

Hướng lắp đặt bộ thu nhiệt: bộ thu nhiệt cần phải được lắp đặt theo hướng sao cho nó có thể thu được lượng bức xạ lớn nhất trong ngày. Bộ thu nhiệt phải được đặt theo hướng chính Nam. Ngoài ra, các toà nhà cao tầng có thể lắp đặt các bộ thu nhiệt tại các hướng khác để thu nhiệt là hướng Đông, hướng Tây.

Góc nghiêng lắp đặt của bộ thu nhiệt: góc nghiêng lắp đặt của bộ thu nhiệt bằng với vĩ độ nơi có công trình. Nếu hệ thống sử dụng chủ yếu vào mùa Hè, góc lắp đặt bằng vĩ độ đó trừ đi 10° . Nếu hệ thống sử dụng chủ yếu vào mùa Đông, góc lắp đặt bằng vĩ độ đó cộng thêm 10° . Sai lệch của góc lắp đặt là $\pm 3^\circ$.

Vị trí của bình chứa nước nóng có bảo ôn: đối với hệ thống thiết bị đun nước nóng năng lượng mặt trời sử dụng nguyên lý tuần hoàn đối lưu tự nhiên do chênh lệch tỉ trọng nước đáy của bồn phải được đặt cao hơn bộ thu nhiệt đồng thời góc tạo bởi giữa mặt phẳng đáy bình chứa nước và bộ thu nhiệt phải đảm bảo tối thiểu là 8° để đảm bảo tuần hoàn đối lưu tự nhiên của nước.

5.2. Sơ đồ đấu nối các bộ thu nhiệt

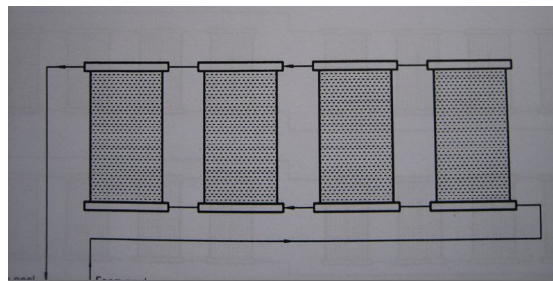
Các bộ thu nhiệt có thể được đấu nối riêng rẽ hoặc theo nhóm theo kiểu song song hoặc nối tiếp (xem hình 5 và 6).

Đấu nối bộ thu nhiệt trong nhóm bộ thu nhiệt nên cố gắng áp dụng đấu nối song song. Số lượng mỗi hàng của bộ thu nhiệt tấm phẳng không nên quá 16 cái.

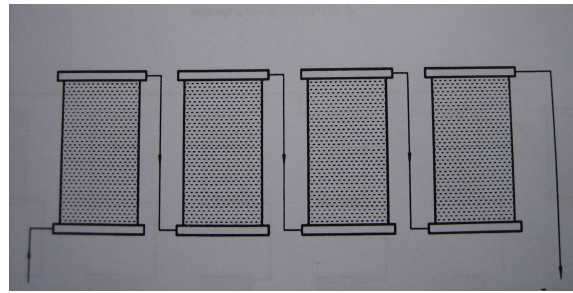
Số bộ thu nhiệt đấu nối tiếp càng ít càng tốt. Bộ thu nhiệt đấu nối tiếp không được quá 3 cái (độ dài ống dẫn nối giữa các bộ thu nhiệt không được quá 2 m).

Đối với hệ thống tuần hoàn tự nhiên, toàn bộ số bộ thu nhiệt của mỗi hệ thống không nên quá 24 cái. Nếu hệ thống tuần hoàn tự nhiên có diện tích lớn hơn thì phải chia thành các hệ thống con, số bộ thu nhiệt trong mỗi hệ thống con không nên quá 24 bộ.

Đấu nối nhóm bộ thu nhiệt: nhóm bộ thu nhiệt phải bố trí nối tiếp theo nguyên tắc cùng hành trình, nghĩa là đường kính ống môi chất truyền nhiệt của mỗi bộ thu nhiệt chảy vào cùng độ dài với đường kính ống chảy về, để làm cho lưu lượng phân phối bình quân đồng đều. Khi bộ thu nhiệt đấu nối không cùng hành trình, sẽ tạo thành lưu lượng của bộ thu nhiệt gần đường chảy vào của chất truyền nhiệt tương đối lớn, mà lưu lượng của bộ thu nhiệt xa đường chảy vào tương đối nhỏ, khiến cho tính năng hệ thống bị giảm.



Nước nóng Nước lạnh a. Nối kiểu song song

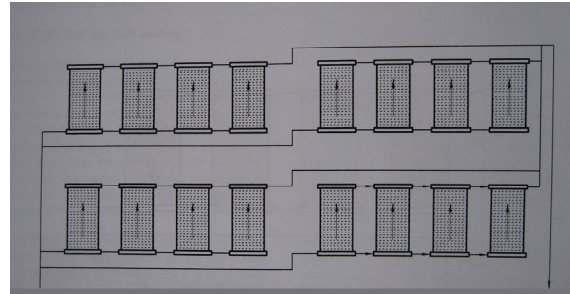


Nước lạnh

Nước nóng

b. Nối kiểu nối tiếp

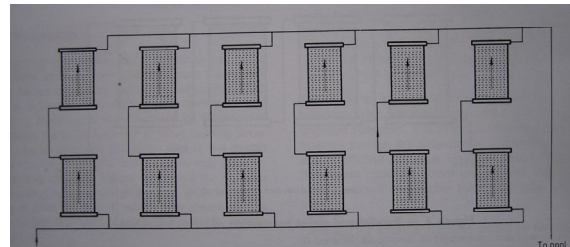
Hình 5. Đầu nối từng bộ thu nhiệt riêng lẻ



Nước lạnh

Nước nóng

a. Nối kiểu song song nhóm bộ thu nhiệt



Nước lạnh

Nước nóng

b. Nối kiểu nối tiếp song song nhóm bộ thu nhiệt

Hình 6. Đầu nối từng nhóm bộ thu nhiệt

Bình chứa nước của hệ thống có thể được đầu nối trực tiếp với đường ống cấp nước chung của công trình hoặc được nối với bể chứa của công trình.

Việc gá lắp bộ thu nhiệt vào kết cấu của công trình (mái tôn, bê tông...) phải đảm bảo chắc chắn an toàn.

5. Kết luận

Hệ thống thiết bị đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời được áp dụng ở nhiều nơi trên thế giới với qui mô ngày một tăng. Hệ thống này không những chỉ áp dụng cho các công trình đơn lẻ với qui mô cấp nước nhỏ mà còn có thể áp dụng cho cả các công trình lớn như nhà cao tầng, khách sạn, bể bơi... Tuy vậy khi áp dụng hệ thống này cần phải xét đến các yếu tố liên quan như điều kiện tự nhiên môi trường, xã hội, điều kiện kỹ thuật cụ thể để lập phương án thiết kế, lắp đặt tối ưu nhất cho hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. BS 5918 Code of practice for Solar Heating System for Domestic Hot Water.
2. Tiêu chuẩn Trung Quốc: GB/T 18713-2002: Solar water heating systems – Design, installation and engineering acceptance.
3. ENV 12977-2: 2001: Thermal solar system and components – Custom built system- (Part 1: General requirement and Part 2: Test methods).
4. BS EN 12975-1:2006 Thermal solar system and components –Solar collectors- Part 1 General requirements.
5. EN 12976-1: 2006: Thermal solar system and components – Factory made systems- Part 2: Test methods.
6. Viridian solar Company 2007: Key Design Criteria Housing with Solar Water Housing.

9. Application of combining solar energy water heater with building – *Tongle Solar Energy Company Ltd. 2005.*
10. Báo cáo tổng hợp: Đề tài nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn để lựa chọn thiết bị và công nghệ xây dựng qui trình chuyên giao công nghệ thiết bị đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời phục vụ sản xuất và đời sống – *Bộ KHCN 2007.*
11. NGUYỄN VĂN MUÔN (chủ trì). Báo cáo tổng kết đề tài: Đánh giá điều kiện sử dụng năng lượng mặt trời bằng phương pháp thụ động trong khu vực miền Bắc Việt Nam - *Đại học kiến trúc Hà Nội, 2007.*
12. Đề tài mã số TK07-07: Xây dựng hướng dẫn thiết kế, thi công lắp đặt và bảo trì hệ thống thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời để đun nước nóng trong nhà cao tầng. *Viện KHCN Xây dựng, 2008.*