

# THÁP GIẢI NHIỆT

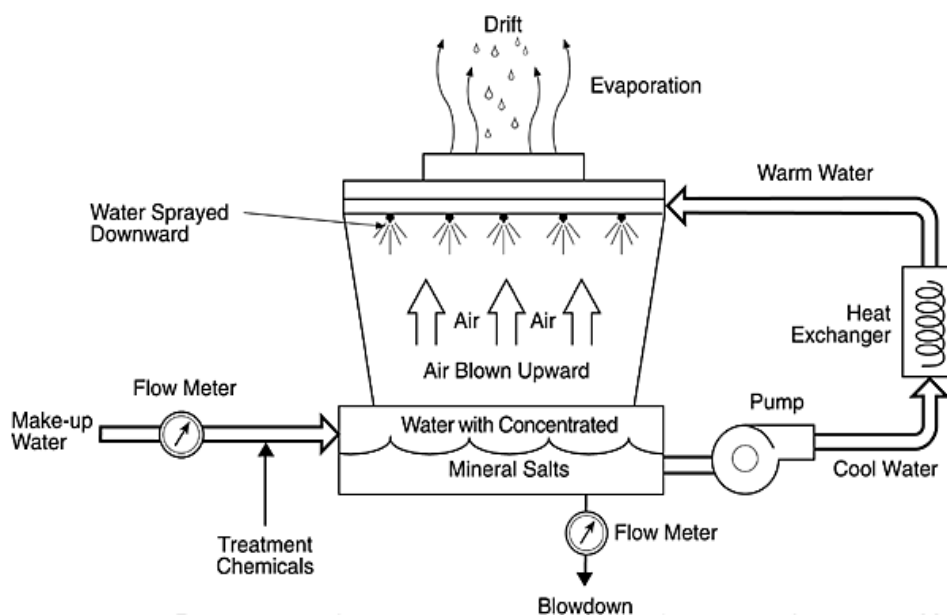
1. GIỚI THIỆU .....	1
2. CÁC LOẠI THÁP GIẢI NHIỆT .....	4
3. ĐÁNH GIÁ THÁP GIẢI NHIỆT .....	8
4. CÁC GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ.....	10
5. DANH SÁCH SÀNG LỌC GIẢI PHÁP .....	15
6. CÁC BẢNG TÍNH .....	16
7. TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	18

## 1. GIỚI THIỆU

Phần này sẽ giới thiệu tóm tắt những đặc điểm của tháp giải nhiệt.

### 1.1 Tháp giải nhiệt là gì?

Nước làm mát được sử dụng cho, ví dụ như, thiết bị điều hoà không khí, các quá trình sản xuất hoặc phát điện. Tháp giải nhiệt là một thiết bị được sử dụng để giảm nhiệt độ của dòng nước bằng cách trích nhiệt từ nước và thải ra khí quyển. Tháp giải nhiệt tận dụng sự bay hơi nhờ đó nước được bay hơi vào không khí và thải ra khí quyển. Kết quả là, phần nước còn lại được làm mát đáng kể (hình 1). Tháp giải nhiệt có thể làm giảm nhiệt độ của nước thấp hơn so với các thiết bị chỉ sử dụng không khí để loại bỏ nhiệt, như là bộ tản nhiệt của ô tô, và do đó sử dụng tháp giải nhiệt mang lại hiệu quả cao hơn về mặt năng lượng và chi phí.



Hình 1. Giản đồ của một hệ thống nước làm mát  
(Pacific Northwest National Laboratory, 2001)

## 1.2 Các bộ phận của tháp giải nhiệt

Các bộ phận chính của một tháp giải nhiệt bao gồm một khung và thân tháp, khối đệm, bể nước lạnh, tấm chắn nước, bộ phận khí vào, cửa không khí vào, vòi và quạt. Những bộ phận này được miêu tả dưới đây.<sup>1</sup>

**Khung và thân tháp.** Phần lớn các tháp có khung kết cấu giúp hỗ trợ cho phần thân bao bên ngoài (thân tháp), động cơ, quạt và các bộ phận khác. Ở các thiết kế nhỏ hơn, như các thiết bị làm bằng sợi thủy tinh, thân tháp có thể là khung luôn.

**Khối đệm.** Hầu hết các tháp đều có khối đệm (làm bằng nhựa hoặc gỗ) để hỗ trợ trao đổi nhiệt nhờ tối đa hoá tiếp xúc giữa nước và không khí. Có hai loại khối đệm:

- Khối đệm dạng phun: nước rơi trên các thanh chắn nằm ngang và liên tiếp bắn toé thành những giọt nhỏ hơn, đồng thời làm ướt bề mặt khối đệm. Khối đệm dạng phun bằng nhựa giúp tăng trao đổi nhiệt tốt hơn so với khối đệm bằng gỗ.
- Khối đệm màng: bao gồm các tấm màng nhựa mỏng đặt sát nhau, nước sẽ rơi trên đó, tạo ra một lớp màng mỏng tiếp xúc với không khí. Bề mặt này có thể phẳng, nhăn, rỗ tổ ong hoặc các loại khác. Loại màng của khối đệm này hiệu quả hơn và tạo ra mức trao đổi nhiệt tương tự với lưu lượng nhỏ hơn so với khối đệm dạng phun.

**Bể chứa nước lạnh.** Bể nước lạnh được đặt gần hoặc ngay tại đáy tháp, bể nhận nước mát chảy xuống qua khối đệm trong tháp. Bể thường có một bộ phận thu nước hoặc một điểm trũng để nổi xả nước lạnh. Với rất nhiều thiết kế tháp, bể nước lạnh được đặt ngay dưới khối đệm. Tuy nhiên, ở các thiết kế đối lưu ngược dòng, nước ở đáy khối đệm được nổi với một vành đai đóng vai trò như bể nước lạnh. Quạt hút được lắp dưới khối đệm để hút khí từ dưới lên. Với thiết kế này, tháp được lắp thêm chân, giúp dễ lắp quạt và động cơ.

**Tấm chắn nước.** Thiết bị này thu những giọt nước kẹt trong dòng không khí, nếu không chúng sẽ bị mất vào khí quyển.

**Bộ phận khí vào.** Đây là bộ phận lấy khí vào tháp. Bộ phận này có thể chiếm toàn bộ một phía của tháp (thiết kế dòng chảy ngang) hoặc đặt phía dưới một phía hoặc dưới đáy tháp (thiết kế dòng ngược).

**Cửa không khí vào.** Thông thường, các tháp dòng ngang có cửa lấy khí vào. Mục đích của các cửa này là cân bằng lưu lượng khí vào khối đệm và giữ lại nước trong tháp. Rất nhiều thiết kế tháp ngược dòng không cần cửa lấy khí.

**Vòi phun.** Vòi phun nước để làm ướt khối đệm. Phân phối nước đồng đều ở phần trên của khối đệm là cần thiết để đạt được độ ướt thích hợp của bề mặt khối đệm. Vòi có thể được cố định hoặc phun theo hình vuông hoặc tròn, hoặc vòi có thể là một bộ phận của dây chuyền quay như thường gặp ở một số tháp giải nhiệt đối lưu ngang.

**Quạt.** Cả quạt hướng trục (quạt đẩy) và quạt ly tâm đều được sử dụng trong tháp. Thông thường quạt đẩy được sử dụng trong thông gió và cả quạt ly tâm và quạt đẩy đều được sử dụng để thông gió cưỡng bức trong tháp. Tùy theo kích thước, có thể sử dụng quạt đẩy có

---

<sup>1</sup> Phần 1.2 được lấy từ phần Tháp giải nhiệt. Trong: Sử dụng năng lượng hiệu quả ở các thiết bị sử dụng điện. Chương 7, trang 135 - 151. 2004, với sự đồng ý của Cục Sử dụng năng lượng hiệu quả, Bộ Điện lực, Ấn Độ

định hay độ nghiêng cánh biến đổi. Quạt với cánh nghiêng điều chỉnh không tự động được sử dụng trong dải kW rộng vì quạt có thể được điều chỉnh để luân chuyển lưu lượng khí mong muốn ở mức tiêu thụ năng lượng thấp nhất. Cánh nghiêng biến đổi tự động có thể thay đổi lưu lượng khí theo điều kiện tải thay đổi.

### **1.3 Vật liệu của tháp**

Ban đầu, tháp giải nhiệt được làm bằng gỗ, bao gồm khung, thân tháp, cửa không khí vào, khối đệm và bể nước lạnh. Đôi khi bể nước lạnh được xây bằng bê tông. Ngày nay, các nhà sản xuất sử dụng rất nhiều vật liệu khác nhau để xây tháp giải nhiệt. Các vật liệu được lựa chọn để tăng khả năng chống ăn mòn, giảm bảo trì và tăng độ tin cậy cũng như tuổi thọ sử dụng. Thép mạ kẽm, các loại thép không gỉ, bông thủy tinh và bê tông là những vật liệu được sử dụng rộng rãi trong xây dựng tháp giải nhiệt cùng với nhôm và nhựa được dùng để tạo ra một số bộ phận.<sup>2</sup>

**Khung và thân tháp.** Hiện nay vẫn còn có tháp bằng gỗ, tuy nhiên hầu hết các bộ phận của tháp được làm từ những vật liệu khác, như thân bao quanh khung gỗ là làm bằng sợi thủy tinh, các cửa lấy khí vào làm bằng sợi thủy tinh, khối đệm bằng nhựa và bể nước lạnh bằng thép. Rất nhiều tháp (thân và bể) được làm bằng thép mạ kẽm hoặc, với những nơi bị ăn mòn không khí, tháp và/hoặc thân tháp được làm bằng thép không gỉ. Đôi khi, những tháp lớn hơn được làm bằng bê tông. Sợi thủy tinh cũng được sử dụng rộng rãi để làm thân tháp và bể nước, vì chúng giúp kéo dài tuổi thọ của tháp làm mát và giúp chống lại các hoá chất có hại.

**Khối đệm.** Các khối đệm được làm chủ yếu từ nhựa, bao gồm PVC, polypropylene, và các hợp chất polyme khác. Khi điều kiện nước cần sử dụng khối đệm dạng phun, khối đệm bằng gỗ đã qua xử lý vẫn được sử dụng ở các tháp giải nhiệt bằng gỗ và những khối đệm bằng nhựa cũng được sử dụng rộng rãi. Vì có hiệu suất truyền nhiệt cao hơn nhiều, khối đệm màng được lựa chọn cho các ứng dụng khi nước lưu thông không bị chứa các tạp chất có thể làm tắc nghẽn phần lưu thông của khối đệm.

**Vòi phun.** Vòi được làm chủ yếu bằng nhựa. Rất nhiều vòi được làm từ PVC, ABS, polypropylene, và nylon-thủy tinh

**Quạt.** Nhôm, sợi thủy tinh và thép mạ kẽm nóng là những vật liệu chính của quạt. Quạt ly tâm thường được làm thép mạ kẽm. Quạt đẩy ddwocj làm từ thép mạ kẽm, nhôm, sợi thủy tinh được gia cố bằng nhựa.

---

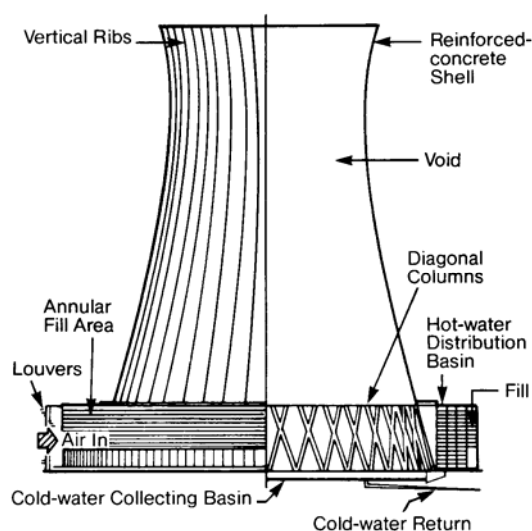
<sup>2</sup> Phần 1.3 được lấy từ phần Tháp giải nhiệt. Trong: Sử dụng năng lượng hiệu quả ở các thiết bị sử dụng điện. Chương 7, trang 135 - 151. 2004, với sự đồng ý của Cục Sử dụng năng lượng hiệu quả, Bộ Điện lực, Ấn Độ

## 2. CÁC LOẠI THÁP GIẢI NHIỆT

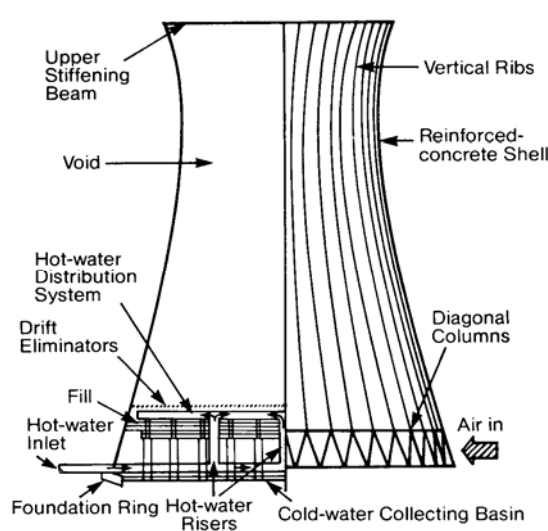
Phần này nói về các loại tháp giải nhiệt: tháp giải nhiệt đối lưu tự nhiên và tháp giải nhiệt đối lưu cơ học.

### 2.1 Tháp giải nhiệt đối lưu tự nhiên

Tháp giải nhiệt đối lưu tự nhiên hay còn gọi là tháp giải nhiệt hypebol sử dụng sự chênh lệch nhiệt độ giữa không khí môi trường xung quanh và không khí nóng hơn trong tháp. Khi không khí nóng chuyển dịch lên phía trên trong tháp (do không khí nóng tăng), không khí mát mới đi vào tháp qua bộ phận khí vào ở đáy tháp. Không cần sử dụng quạt và không có sự luân chuyển của không khí nóng có thể gây ảnh hưởng đến hiệu suất nhờ sơ đồ bố trí của tháp. Vỏ tháp chủ yếu làm bằng bê tông, cao khoảng 200 m. Những tháp giải nhiệt này thường chỉ dùng cho nhu cầu nhiệt lớn vì kết cấu bằng bê tông lớn đắt tiền.



Hình 2. Tháp giải nhiệt đối lưu tự nhiên dòng ngang



Hình 3. Tháp giải nhiệt đối lưu dòng ngược

(Gulf Coast Chemical Commercial Inc, 1995)

Có hai loại tháp giải nhiệt đối lưu tự nhiên chính:

- Tháp dòng ngang (Hình 2): không khí được hút dọc theo nước đang rơi và khối đệm đặt bên ngoài tháp
- Tháp ngược dòng (Hình 3): không khí được hút qua nước đang rơi và khối đệm được đặt trong tháp, dù thiết kế phụ thuộc vào các điều kiện cụ thể

### 2.2 Tháp giải nhiệt đối lưu cơ học

Tháp giải nhiệt đối lưu cơ học có các quạt lớn để hút khí cưỡng bức trong nước lưu thông. Nước chảy xuống dưới trên bề mặt các khối đệm, làm tăng thời gian tiếp xúc giữa nước và không khí-giúp tối đa hoá quá trình truyền nhiệt giữa nước và không khí. Tỷ lệ giải nhiệt của tháp đối lưu cơ học phụ thuộc vào rất nhiều thông số khác nhau như đường kính quạt và tốc độ hoạt động, khối đệm trở lực của hệ thống.

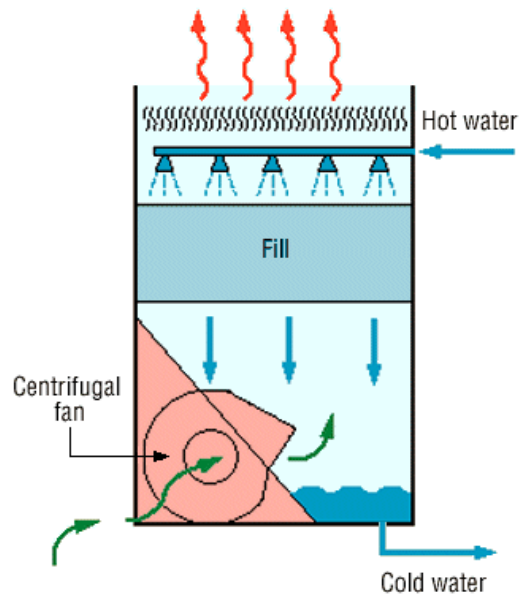
Tháp đối lưu cơ học hiện nay sẵn có với dải công suất rất rộng. Tháp có thể được xây tại nhà máy hoặc cánh đồng – ví dụ như các tháp bằng bê tông chỉ được xây ở cánh đồng

Rất nhiều tháp được xây dựng theo cách có thể hoạt động cùng nhau để đạt được công suất mong muốn. Vì vậy rất nhiều tháp giải nhiệt được nối với nhau gồm từ hai tháp riêng lẻ trở lên, gọi là “ô” Số lượng ô, v.d tháp gồm 8 ô là để chỉ loại tháp này. Các tháp nhiều ô có thể theo hàng, vuông hoặc tròn phụ thuộc vào hình dạng của ô và tùy theo phân lầy khí vào được đặt ở bên cạnh hay đáy của ô.

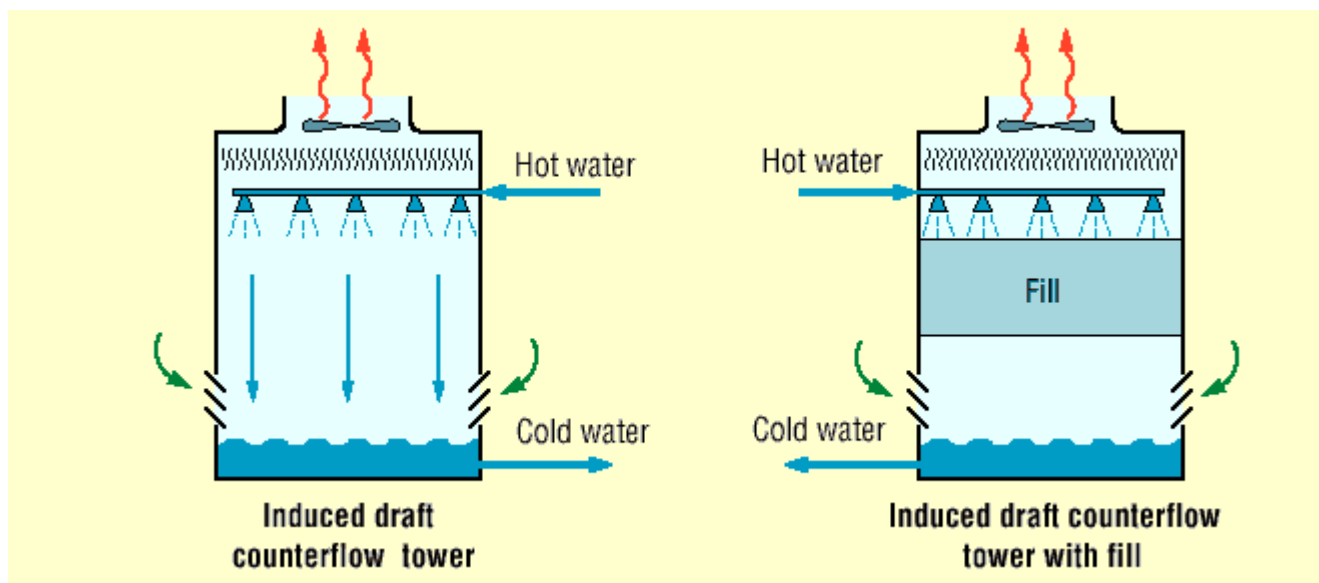
Có ba loại tháp đối lưu cơ học như tóm tắt trong bảng 1.

**Bảng 1. Những đặc điểm chính hoặc các loại tháp giải nhiệt khác nhau (theo AIRAH)**

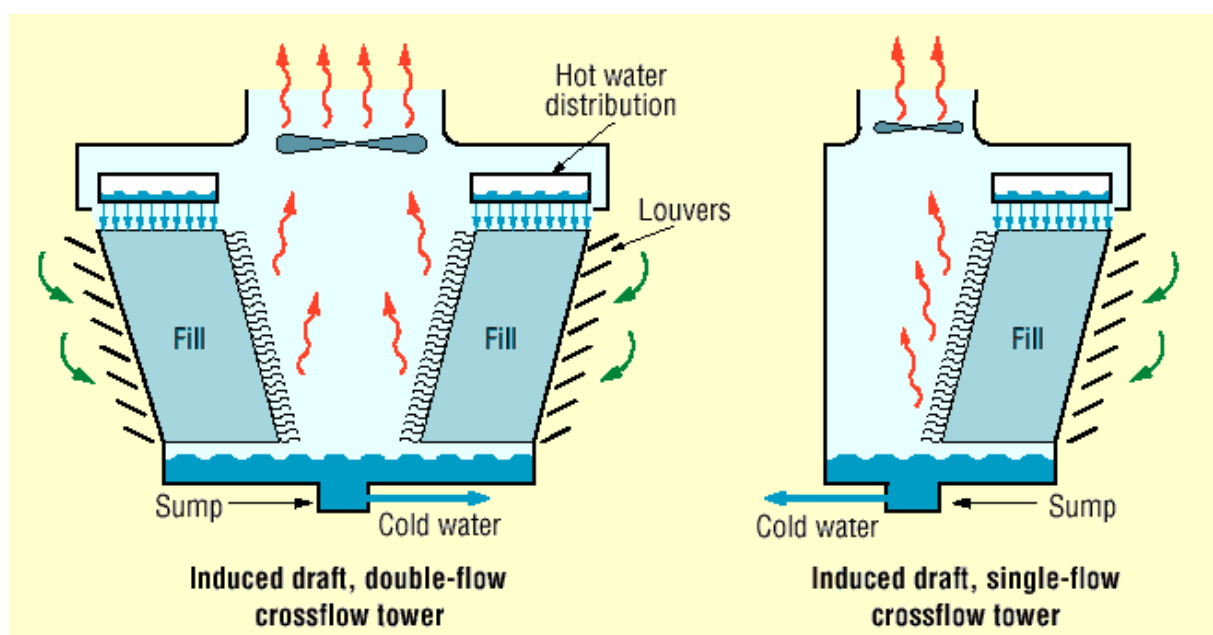
Loại tháp giải nhiệt	Ưu điểm	Nhược điểm
<u>Tháp giải nhiệt đối lưu cưỡng bức</u> (Hình 4): Không khí được hút vào tháp nhờ một quạt đặt ở phần khí vào	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Thích hợp với trở lực khí cao nhờ quạt thổi ly tâm</li> <li>▪ Các quạt tương đối không ồn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lưu thông nhờ vận tốc khí vào cao và vận tốc khí ra thấp, có thể giải quyết bằng cách đặt các tháp trong buồng của dây chuyền cùng với các ống thải</li> </ul>
<u>Tháp giải nhiệt thông khí dòng ngang</u> (Hình 5): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nước đi vào ở trên và đi qua các khối đệm</li> <li>▪ Không khí đi vào từ một phía (tháp một dòng) hoặc từ các phía đối diện nhau (tháp hai dòng)</li> <li>▪ Một quạt hút lấy khí vào qua khối đệm đi lên lối ra ở phía trên cùng của tháp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lưu thông kém hơn tháp đối lưu cưỡng bức vì tốc độ khí ra cao hơn khí vào từ 3-4 lần</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quạt và bộ điều khiển của động cơ cần chống được các điều kiện của thời tiết, độ ẩm và ăn mòn vì chúng đặt trong đường khí ẩm ra</li> </ul>
<u>Tháp giải nhiệt thông khí ngược dòng</u> (Hình 6): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nước nóng đi vào phần trên</li> <li>▪ Không khí đi vào phần đáy và ra ở phần trên</li> <li>▪ Sử dụng quạt hút và quạt đẩy</li> </ul>		



Hình 4. Tháp giải nhiệt đối lưu cưỡng bức (THAM KHẢO)



Hình 5. Tháp giải nhiệt đối lưu ngược dòng



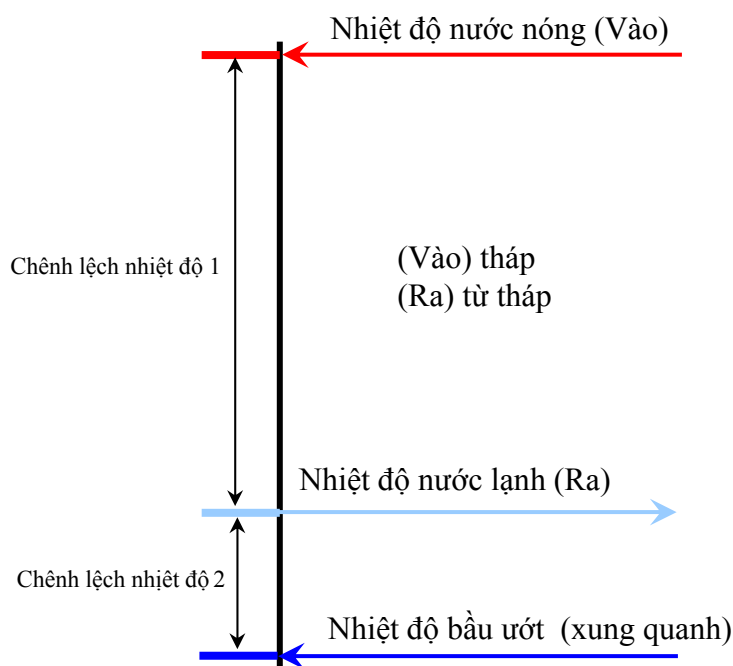
Hình 6. Tháp giải nhiệt đối lưu dòng ngang  
(GEO4VA)

### 3. ĐÁNH GIÁ THÁP GIẢI NHIỆT

Phần này nêu cách thức đánh giá hiệu suất của tháp giải nhiệt.<sup>3</sup> **(KHẲNG ĐỊNH NGUỒN THAM KHẢO)** Hiệu suất của tháp giải nhiệt được đánh giá để đánh giá mức độ hiện tại của chênh lệch nhiệt độ<sup>2</sup> và chênh lệch nhiệt độ<sup>1</sup> so với các giá trị thiết kế, xác định các khu vực bị lãng phí năng lượng và đề xuất giải pháp cải thiện.

Trong quá trình đánh giá hiệu suất, các thiết bị đo đặc cầm tay được sử dụng để đo các thông số sau:

- Nhiệt độ bầu ướt
- Nhiệt độ bầu khô
- Nhiệt độ nước vào của tháp giải nhiệt
- Nhiệt độ nước ra của tháp giải nhiệt
- Nhiệt độ khí thải
- Các thông số điện của động cơ bơm và quạt
- Tốc độ dòng nước
- Tốc độ dòng khí



Hình 7. Chênh lệch nhiệt độ<sup>1</sup> và chênh lệch nhiệt độ<sup>2</sup> của tháp giải nhiệt

Những thông số trên được đo và sử dụng để xác định hiệu suất của tháp giải nhiệt theo một số cách. Bao gồm:

- a) Chênh lệch nhiệt độ 1 (range)-(xem hình 7). Đây là sự chênh lệch giữa nhiệt độ đầu vào và đầu ra của nước ở tháp giải nhiệt. Một dải CT cao có nghĩa là tháp giải nhiệt có thể giảm nhiệt độ của nước một cách hiệu quả và đạt hiệu suất tốt. Công thức như sau:

<sup>3</sup> Phần 1.2 được lấy từ phần *Tháp giải nhiệt*. Trong: *Sử dụng năng lượng hiệu quả ở các thiết bị điện*. Chương 7, trang 135 - 151. 2004, với sự đồng ý của Cục Sử dụng năng lượng hiệu quả, Bộ Điện lực, Ấn Độ



$$\text{Dải CT } (^{\circ}\text{C}) = [\text{Nhiệt độ vào CW } (^{\circ}\text{C}) - \text{Nhiệt độ ra CW } (^{\circ}\text{C})]$$

- b) **Chênh lệch nhiệt độ 2 (approach)**-(xem hình 7). Là sự chênh lệch giữa nhiệt độ nước lạnh đầu ra của tháp giải nhiệt và nhiệt độ bầu ướt. Giá trị này càng thấp thì tháp hoạt động càng hiệu quả. Mặc dù cả hai giá trị dải và giải tiếp cận cần được đo, giá trị 'Chênh lệch nhiệt độ 2' là chỉ số đánh giá hiệu suất của tháp giải nhiệt thích hợp hơn.

$$\text{Chênh lệch nhiệt độ 2 ở tháp giải nhiệt } (^{\circ}\text{C}) = [\text{Nhiệt độ vào CW } (^{\circ}\text{C}) - \text{Nhiệt độ bầu ướt } (^{\circ}\text{C})]$$

- c) **Hiệu suất**. Đây là tỷ số giữa chênh lệch nhiệt độ 1 và dải lý tưởng (theo %), tức là sự chênh lệch giữa nhiệt độ đầu vào của nước giải nhiệt và nhiệt độ bầu ướt, hay nói cách khác giá trị này bằng = Chênh lệch nhiệt độ 1 / (Chênh lệch nhiệt độ 1 + Chênh lệch nhiệt độ 2). Tỷ số này càng cao, hiệu suất của tháp giải nhiệt càng cao.

$$\text{Hiệu suất của tháp giải nhiệt } (\%) = 100 \times (\text{Nhiệt độ CW} - \text{Nhiệt độ ra CW}) / (\text{Nhiệt độ vào CW} - \text{Nhiệt độ WB})$$

- d) **Công suất giải nhiệt**. Đây là nhiệt thải ra theo kCal/h hoặc TR, là sản phẩm của lưu lượng nước, nhiệt lượng riêng và sự chênh lệch nhiệt độ.
- e) **Tổn thất bay hơi**. Đây là khối lượng nước bay hơi trong quá trình giải nhiệt. Về mặt lý thuyết, khối lượng bay hơi chiếm 1,8 m<sup>3</sup> cho mỗi 10,000,000 kCal nhiệt thải. Có thể sử dụng công thức sau (Perry):

$$\text{Tổn thất bay hơi (m}^3\text{/h)} = 0,00085 \times 1,8 \times \text{tốc độ lưu thông (m}^3\text{/h)} \times (T1 - T2)$$

T1 - T2 = chênh lệch nhiệt độ nước vào và nước ra

- f) **Chu trình cô đặc (C.O.C)**. Đây là tỷ số của các chất rắn hoà tan trong nước luân chuyển với chất rắn hoà tan trong nước đã qua xử lý.
- g) **Tổn thất xả đáy** phụ thuộc vào chu trình cô đặc và tổn thất bay hơi được tính theo công thức sau:

$$\text{Xả đáy} = \text{Tổn thất bay hơi} / (\text{C.O.C} - 1)$$

- h) **Tỷ số Lông/khí (L/G)**. Tỷ số L/G của tháp giải nhiệt là tỷ số giữa lưu lượng nước và khí. Các tháp giải nhiệt có giá trị thiết kế nhất định nhưng những thay đổi theo mùa và lưu lượng nước, không khí đòi hỏi phải được điều chỉnh để tháp giải nhiệt đạt hiệu quả cao nhất. Có thể thực hiện điều chỉnh bằng cách thay đổi tải của bể nước hoặc điều chỉnh góc cánh quạt. Các nguyên tắc nhiệt động lực cho thấy, nhiệt loại bỏ khỏi nước phải tương đương với nhiệt được hấp thụ bởi không khí xung quanh. Vì vậy, có thể sử dụng công thức sau:

$$L(T1 - T2) = G(h2 - h1)$$

$$L/G = (h2 - h1) / (T1 - T2)$$

Trong đó:

$$L/G = \text{tỷ số lỏng/khí (kg/kg)}$$

T1 = nhiệt độ nước nóng ( $^{\circ}\text{C}$ )

T2 = nhiệt độ nước mát ( $^{\circ}\text{C}$ )

h2 = entanpi của hỗn hợp hơi không khí-nước tại nhiệt độ xả bầu ướt (đơn vị tương tự như trên)

h1 = entanpi của hỗn hợp hơi không khí-nước tại nhiệt độ vào bầu ướt (đơn vị tương tự như trên)

## 4. CÁC GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ

Phần này nói về những phần chính có thể áp dụng giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả. Những phần có thể tiết kiệm năng lượng bao gồm: <sup>4</sup> **KHÁNG ĐỊNH NGUỒN THAM KHẢO**

- Chọn tháp giải nhiệt thích hợp (vì không thể thay đổi các phần cấu trúc của tháp giải nhiệt sau khi xây dựng)
- Khối đệm
- Bơm và hệ thống phân phối nước
- Quạt và động cơ

### 4.1 Lựa chọn tháp giải nhiệt thích hợp

Khi tháp giải nhiệt đã được xây dựng xong, rất khó để thay đổi đáng kể hiệu suất năng lượng của tháp. Khi lựa chọn tháp giải nhiệt, cần lưu ý đến một số các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất của tháp giải nhiệt: công suất, dải, chênh lệch nhiệt độ<sup>2</sup>, tải nhiệt, nhiệt độ bầu ướt, mối liên quan giữa những yếu tố này. Cụ thể như sau.

#### 4.1.1 Công suất

Độ phân tán nhiệt (kCal/hour) và lưu lượng ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) là những chỉ số phản ánh công suất của tháp giải nhiệt. Tuy nhiên, những thông số thiết kế không đủ để hiểu hiệu suất của tháp giải nhiệt. Ví dụ như, tháp giải nhiệt có kích cỡ giải nhiệt cho  $4540 \text{ m}^3/\text{h}$  qua dải  $13,9^{\circ}\text{C}$  có thể tốt hơn tháp giải nhiệt cho  $4540 \text{ m}^3/\text{h}$  qua dải  $19,5^{\circ}\text{C}$ . Vì vậy nên cũng cần thêm các thông số thiết kế khác.

#### 4.1.2 Chênh lệch nhiệt độ 1 (Range)

Chênh lệch nhiệt độ 1 không phải do tháp giải nhiệt quyết định mà là quá trình nó phục vụ. Dải ở bộ trao đổi nhiệt chủ yếu được quyết định bởi tải nhiệt và lưu lượng nước qua bộ trao đổi nhiệt và đi vào nước giải nhiệt. Chênh lệch nhiệt độ 1 là hàm số của tải nhiệt và lưu lượng qua hệ thống:

$$\text{Chênh lệch nhiệt độ 1} = \text{Tải nhiệt (kCal/h)} / \text{Lưu lượng nước (l/h)}$$

Tháp giải nhiệt thường được xác định để giải nhiệt cho một lưu lượng nhất định từ một nhiệt độ hạ xuống một nhiệt độ khác tại nhiệt độ bầu ướt nhất định. Ví dụ như, tháp giải nhiệt có thể được xác định để giải nhiệt cho  $4540 \text{ m}^3/\text{h}$  từ  $48,9^{\circ}\text{C}$  xuống  $32,2^{\circ}\text{C}$  tại nhiệt độ bầu ướt là  $26,7^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.1.3 Chênh lệch nhiệt độ 2 (Approach)

<sup>4</sup> Phần 1.2 được lấy từ phần *Tháp giải nhiệt*. Trong: *Sử dụng năng lượng hiệu quả ở các thiết bị điện*. Chương 7, trang 135 - 151. 2004, với sự đồng ý của Cục Sử dụng năng lượng hiệu quả, Bộ Điện lực, Ấn Độ

Trên nguyên tắc chung, chênh lệch nhiệt độ 2 càng gần với bầu ướt thì chi phí tháp giải nhiệt càng cao do kích thước phải tăng lên. Thông thường, một mức chênh lệch nhiệt độ 2 là 2,8°C với thiết kế của bầu ướt là nhiệt độ nước lạnh nhất mà nhà sản xuất tháp giải nhiệt có thể bảo đảm. Khi đã chọn được kích thước của tháp, chênh lệch nhiệt độ 2 là quan trọng nhất, tiếp theo là lưu lượng, chênh lệch nhiệt độ 1 và bầu ướt kém quan trọng hơn.

Chênh lệch nhiệt độ 2 (5,5<sup>0</sup>C) = Nhiệt độ nước đã được giải nhiệt 32,2<sup>0</sup>C – Nhiệt độ bầu ướt (26,7<sup>0</sup>C)

#### 4.1.4 Tải nhiệt

Tải nhiệt của một tháp giải nhiệt do quá trình sử dụng nước đã được giải nhiệt quyết định. Mức độ làm mát cần có làm do nhiệt độ hoạt động mong muốn của quá trình. Trong hầu hết các trường hợp, chúng ta cần có nhiệt độ thấp để tăng hiệu suất của quá trình hoặc để nâng cao chất lượng, tăng số lượng sản phẩm. Tuy nhiên, một số thiết bị ứng dụng (như động cơ đốt trong) lại yêu cầu nhiệt độ hoạt động cao. Kích thước và chi phí của tháp giải nhiệt tăng khi tải nhiệt tăng. Cần tránh mua thiết bị kích thước nhỏ quá (nếu tải nhiệt được tính thấp quá) và thiết bị quá cỡ (nếu tải nhiệt được tính cao quá).

Tải nhiệt của quá trình có thể thay đổi đáng kể tùy theo quá trình liên quan, vì vậy rất khó để xác định chính xác. Hay nói cách khác, có thể xác định tải nhiệt làm lạnh và điều hoà không khí chính xác hơn nhiều.

Thông tin về các mức yêu cầu tải nhiệt của các loại thiết bị điện khác nhau hiện có sẵn. Dưới đây là một danh sách mẫu **(NGUỒN THAM KHẢO)**:

- Máy nén khí
  - Một cấp- 129 kCal/kW/h
  - Hai cấp với bộ làm mát sau - 862 kCal/kW/h
  - Hai cấp với bộ làm mát trung gian - 518 kCal/kW/h
  - Hai cấp với bộ làm mát trung gian và bộ làm mát sau - 862 kCal/kW/h
- Làm lạnh, nén - 63 kCal/phút/TR
- Làm lạnh, hấp thụ - 127 kCal/phút/TR
- Bình ngưng tua bin hơi - 555 kCal/kg hơi
- Động cơ diesel, 4 kỳ, Nhiệt quá tải- 880 kCal/kW/h
- Động cơ khí tự nhiên, 4 kỳ - 1523 kCal/kW/h (= 18 kg/cm<sup>2</sup> nén)

#### 4.1.5 Nhiệt độ bầu ướt

Nhiệt độ bầu ướt là một hệ số quan trọng đối với hiệu suất của thiết bị giải nhiệt dùng nước bay hơi, bởi vì đó là nhiệt độ thấp nhất mà nước có thể được làm mát. Vì vậy, nhiệt độ bầu của không khí cấp vào tháp giải nhiệt quyết định mức nhiệt độ hoạt động tối thiểu ở cả dây chuyền, quá trình hoặc hệ thống. Cần xem xét đến các yếu tố dưới đây khi chọn lựa sơ bộ tháp giải nhiệt dựa vào nhiệt độ bầu ướt:

- Trên lý thuyết, một tháp giải nhiệt sẽ giải nhiệt nước xuống nhiệt độ vào bầu ướt. Tuy nhiên, trên thực tế, nước được giải nhiệt xuống mức nhiệt độ cao hơn nhiệt độ bầu ướt vì nhiệt cần phải được thải bỏ khỏi tháp giải nhiệt.
- Việc lựa chọn sơ bộ tháp giải nhiệt dựa trên nhiệt độ bầu ướt thiết kế phải tính đến các điều kiện từ phía tháp. Nhiệt độ bầu ướt thiết kế cũng không được vượt quá 5%. Nói chung, nhiệt độ thiết kế được lựa chọn gần với nhiệt độ bầu ướt tối đa bình quân trong mùa hè.
- Khẳng định xem liệu nhiệt độ bầu ướt được xác định là nhiệt độ xung quanh (nhiệt độ tại khu vực giải nhiệt) hay là đầu vào (nhiệt độ của không khí cấp vào tháp, thường bị ảnh

hưởng bởi hơi thải tuần hoàn trở lại tháp). Vì không thể biết trước được tác động của hơi thải tuần hoàn trở lại nên nhiệt độ bầu ướt môi trường xung quanh được ưa chuộng hơn.

- Khẳng định với nhà cung cấp xem liệu tháp giải nhiệt có thể chịu được các tác động do nhiệt độ bầu ướt tăng lên.
- Nhiệt độ nước làm mát phải đủ thấp để trao đổi nhiệt hoặc để ngưng hơi tại mức nhiệt độ tối ưu. Khối lượng và nhiệt độ của nhiệt trao đổi có thể được xem xét khi lựa chọn tháp giải nhiệt có kích cỡ chuẩn và bộ trao đổi nhiệt ở chi phí thấp hơn.

#### 4.1.6 Mối liên quan giữa dải, lưu lượng và tải nhiệt

Chênh lệch nhiệt độ tăng lên khi khối lượng nước luân chuyển và tải nhiệt tăng. Điều này có nghĩa là tăng dải do tải nhiệt tăng sẽ cần sử dụng tháp lớn hơn. Có hai nguyên nhân khiến Chênh lệch nhiệt độ tăng:

- Nhiệt độ nước vào tăng (và nhiệt độ nước mát ở đầu ra không đổi). Trong trường hợp này, đầu tư vào việc loại bỏ nhiệt tăng thêm sẽ kinh tế hơn.
- Nhiệt độ nước ra giảm (và nhiệt độ nước nóng ở đầu vào không đổi). trường hợp này, cần tăng đáng kể kích thước của tháp vì chênh lệch nhiệt độ cũng giảm, và cách này không phải lúc nào cũng là kinh tế.

#### 4.1.7 Mối liên quan giữa chênh lệch nhiệt độ<sup>2</sup> và nhiệt độ bầu ướt

Nhiệt độ bầu ướt thiết kế do vị trí địa lý xác định. Với một giá trị chênh lệch nhiệt độ<sup>2</sup> nhất định (và tại chênh lệch nhiệt độ<sup>1</sup> không đổi và chênh lệch nhiệt độ<sup>1</sup> lưu lượng), nhiệt độ bầu ướt càng cao thì cần tháp càng nhỏ. Ví dụ như, một tháp giải nhiệt 4540 m<sup>3</sup>/h được lựa chọn cho chênh lệch nhiệt độ<sup>1</sup> 16,67°C và chênh lệch nhiệt độ<sup>2</sup> từ 4,45°C tới 21,11°C nhiệt độ bầu ướt sẽ lớn hơn tháp đó với nhiệt độ bầu ướt là 26,67°C. Nguyên nhân là không khí ở nhiệt độ bầu cao hơn có thể có nhiệt lớn hơn. Điều này giải thích cho hai nhiệt độ bầu ướt khác nhau:

- Mỗi kg không khí cấp vào tháp ở nhiệt độ bầu ướt 21,1°C chứa 18,86 kCal. Nếu không khí rời tháp ở nhiệt độ bầu ướt 32,2°C, mỗi kg không khí chứa 24,17 kCal. Ở mức tăng 11,1°C, mỗi kg không khí chứa 12,1 kCal.
- Mỗi kg không khí cấp vào tháp với nhiệt độ bầu ướt 26,67°C chứa 24,17 kCals. Nếu không khí rời tháp ở nhiệt độ bầu ướt 37,8°C, mỗi kg không khí chứa 39,67 kCal. Ở mức tăng 11,1°C, mỗi kg không khí chứa 15.5 kCal, nhiều hơn so với tình huống đầu tiên.

## 4.2 Tác dụng của khối đệm

Ở tháp giải nhiệt, nước nóng được đưa vào trên khối đệm và được làm mát qua bay hơi khi nước chảy xuống dưới tháp và tiếp xúc với không khí. Khối đệm có ảnh hưởng đến mức tiêu thụ năng lượng theo hai cách:

- Điện sử dụng để bơm nước lên trên khối đệm và quạt để đối lưu. Khối đệm được thiết kế hiệu quả với mức phân bố nước hợp lý, tấm chắn nước, quạt, hộp số, và động cơ sẽ giúp giảm tiêu thụ điện.
- Trao đổi nhiệt giữa không khí và nước chịu ảnh hưởng của diện tích bề mặt trao đổi nhiệt, thời gian trao đổi nhiệt (tương tác) và sự chuyển động hỗn loạn của nước ảnh hưởng đến mức độ trao đổi. Khối đệm xác định tất cả những yếu tố trên và ảnh hưởng đến trao đổi nhiệt. Mức trao đổi nhiệt càng lớn, tháp giải nhiệt càng hiệu quả hơn.

Có ba loại khối đệm:

- **Khối đệm dạng phun.** Diện tích trao đổi nhiệt nhờ nước được lên trên khối đệm và bắn thành những giọt nước nhỏ hơn. Diện tích bề mặt của giọt nước là diện tích bề mặt trao đổi nhiệt với không khí.

- **Khối đệm dạng màng.** Ở khối đệm loại này, nước tạo thành một lớp màng mỏng bên trong các tấm của khối đệm. Diện tích bề mặt các tấm của khối đệm là diện tích trao đổi nhiệt với không khí xung quanh. Khối đệm dạng màng có thể giúp tiết kiệm điện đáng kể nhờ sử dụng ít khí và cột áp của bơm.
- **Khối đệm dạng màng ít bị tắc.** Khối đệm dạng màng ít bị tắc có kích thước đường rãnh lớn hơn gần đây được sử dụng để xử lý nước bị vẩn đục. Những khối đệm loại này được xem là sự lựa chọn tốt nhất cho nước biển vì nó giúp tiết kiệm năng lượng và hiệu suất so với loại khối đệm dạng phun truyền thống.

**Bảng 1: Các giá trị thiết kế ở các khối đệm khác nhau**  
(BEE India, 2004; Ramarao; and Shivaraman)

	Khối đệm dạng phun	Khối đệm dạng màng	Khối đệm dạng màng ít bị tắc
Tỷ số L/G có thể	1,1 – 1,5	1,5 – 2,0	1,4 – 1,8
Diện tích trao đổi nhiệt hiệu quả	30 – 45 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	150 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	85 - 100 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Độ cao cần thiết của khối đệm	5 – 10 m	1,2 – 1,5 m	1,5 – 1,8 m
Yêu cầu cột áp của bơm	9 – 12 m	5 – 8 m	6 – 9 m
Lượng khí cần thiết	Cao	Rất thấp	Thấp

### 4,3 Bơm và phân phối nước

#### 4,3,1 Bơm

Những phần có thể nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng được thảo luận chi tiết trong chương “*Bơm và hệ thống bơm*”,

#### 4,3,2 Tối ưu hoá xử lý nước làm mát

Xử lý nước làm mát (v.d, kiểm soát chất rắn lơ lửng, mức độ phát triển của tảo) là tôn chỉ đối với bất kỳ tháp giải nhiệt nào không phụ thuộc vào loại khối đệm sử dụng. Với chi phí nước ngày càng tăng, các nỗ lực nhằm tăng Chu trình cô đặc (COC), bằng cách xử lý nước làm mát sẽ giúp giảm đáng kể các yêu cầu sử dụng nước qua xử lý. Với những doanh nghiệp và nhà máy điện lớn, cải thiện COC thường được xem là yếu tố chủ chốt giúp tiết kiệm nước,

#### 4,3,3 Lắp tấm chắn nước

Để loại bỏ vấn đề nước nhỏ giọt ở các tháp giải nhiệt là rất khó. Ngày nay, phần lớn các thông số ở người sử dụng cuối cùng giả định là tổn thất do nước rò rỉ vào khoảng 0,02% ,

Tuy nhiên, nhờ những tiến bộ kỹ thuật và nhờ có sự ra đời của PVC, những nhà sản xuất đã cải tạo các thiết kế cho tấm chắn nước. Kết quả mang lại là lượng nước tổn thất do rò rỉ hiện nay chỉ ở mức 0,003 – 0,001%,

### 4,4 Quạt của tháp giải nhiệt

Mục đích của việc sử dụng quạt ở tháp giải nhiệt là để định lượng không khí lưu thông trong hệ thống, Quạt phải vượt qua được trở lực của hệ thống, được định nghĩa là tổn thất áp suất, để dịch chuyển không khí, Đầu ra hay công của quạt sinh ra là sản phẩm của dòng khí và tổn thất áp suất, Đầu ra của quạt và công suất kW vào quyết định hiệu suất của quạt,

Về phần mình, hiệu suất của quạt lại phụ thuộc nhiều vào độ nghiêng của cánh, Cánh bao gồm:

*Thiết bị sử dụng điện: Tháp giải nhiệt*

- Các cánh kim loại, được sản xuất theo quy trình đúc hoặc đúc, vì vậy rất khó để tạo ra độ nghiêng khí động lực lý tưởng
- Cánh bằng nhựa gia cố bằng sợi thủy tinh (FRP) thường được đúc bằng tay nên dễ dàng tạo ra độ nghiêng khí động lực tối ưu phù hợp với những yêu cầu cụ thể. Vì quạt có cánh FRP nhẹ, đòi hỏi mô men khởi động thấp, động cơ HP thấp, tuổi thọ của hộp truyền động, động cơ và ổ đỡ tăng lên, bảo trì dễ dàng hơn,

Có thể đạt được hiệu suất 85-92% với những cánh có độ nghiêng khí động lực, xoắn tối ưu, nhọn và có tỷ số giữa hệ số nâng và hệ số sụt áp cao. Tuy nhiên, hiệu suất này bị ảnh hưởng nhiều bởi những yếu tố như khoảng cách giữa các cánh, những vật cản đối với lưu lượng khí và hình dạng bộ phận khí vào, vv...

Có những trường hợp khi cánh quạt bằng nhựa gia cố bằng thủy tinh được thay bằng cánh FRP có hiệu quả, nhờ vậy giúp tiết kiệm từ 20-30% năng lượng và với thời gian hoàn vốn ngắn đơn từ 6 - 7 tháng (NPC),

Chương *Quạt và quạt thổi* cung cấp thêm thông tin về quạt,

## 5, DANH SÁCH SÀNG LỌC GIẢI PHÁP

Phần này đưa ra các giải pháp quan trọng nhất để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng ở tháp giải nhiệt,

- Tuân theo những đề xuất của nhà sản xuất về khoảng trống quanh tháp giải nhiệt và dịch chuyển, hoặc cải tiến cấu trúc tiếp xúc với phân khí vào hoặc khí ra,
- Tối ưu hoá góc cánh quạt của tháp giải nhiệt theo mùa và/hoặc theo mức tải,
- Điều chỉnh khoảng cách quá lớn giữa cánh quạt nghiêng và cân bằng quạt kém
- Với những tháp giải nhiệt ngược dòng cũ, thay vòi phun cũ bằng vòi phun vuông kiểu mới không bị tắc.
- Thay khối đệm dạng phun bằng khối đệm dạng màng PVC tự huỷ
- Sử dụng vòi phun nước đều hơn
- Thường xuyên làm sạch vòi phân phối ở tháp giải nhiệt
- Cân bằng dòng tới bể nước nóng ở tháp giải nhiệt
- Đậy các bể nước nóng để giảm thiểu rêu bám làm tắc nghẽn
- Tối ưu hoá lưu lượng xả đáy, có tính đến giới hạn chu trình cô đặc (COC)
- Thay tấm chắn nước dạng thanh có mức sụt áp thấp bằng tấm màng PVC tự huỷ
- Giới hạn lưu lượng thông qua các thải lớn ở giá trị thiết kế
- Giữ nhiệt độ nước làm mát ở mức tối thiểu bằng cách (a) tách riêng những tải nhiệt cao như lò đốt, máy nén khí, bộ DG và (b) cách ly tháp làm mát khỏi những thiết bị nhạy cảm như dây chuyền A/C, bình ngưng của trong nhà máy điện, vv..., *Lưu ý: Mỗi mức tăng nhiệt độ nước làm mát lên 1°C sẽ làm tăng tiêu thụ điện ở máy nén A/C khoảng 2,7%, Mỗi mức giảm nhiệt độ nước làm mát lên 1°C sẽ giúp tiết kiệm khoảng 5 kCal/kWh ở nhà máy nhiệt điện*
- Đo mức chênh lệch nhiệt độ<sup>2</sup>, hiệu suất và năng suất làm mát liên tục để tối ưu hiệu suất của tháp giải nhiệt, nhưng cần xem xét đến những biến đổi theo mùa và theo khu vực.
- Đo tỷ số lỏng/khí và lưu lượng nước làm mát và điều chỉnh tùy theo giá trị thiết kế và biến đổi theo mùa, ví dụ: tăng tải nước trong mùa hè và thời điểm khi chênh lệch nhiệt độ<sup>2</sup> thấp,
- Xem xét các biện pháp cải thiện COC để tiết kiệm nước
- Xem xét việc sử dụng cánh quạt nhựa gia cố thủy tinh có hiệu quả sử dụng năng lượng để tiết kiệm năng lượng ở quạt
- Điều chỉnh quạt ở tháp giải nhiệt dựa trên nhiệt độ nước ra đặc biệt là ở các tổ nhỏ
- Thường xuyên kiểm tra bơm nước làm mát để tối ưu hoá hiệu suất bơm

## 6, CÁC BẢNG TÍNH

Phần này bao gồm các bảng sau:

1. Các thông số kỹ thuật chính
2. Hiệu suất tháp giải nhiệt

**Bảng 1 : CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT CHÍNH**

STT	Thông số	Đơn vị	Tháp giải nhiệt	
			CT 1	CT 2
1.	Loại tháp giải nhiệt			
2.	Số tháp			
3.	Số lượng ô ở mỗi tháp			
4.	Diện tích mỗi ô			
5.	Lưu lượng nước	m <sup>3</sup> /h		
6.	Công suất bơm	kW		
7.	Cột áp bơm	m		
8.	Công suất quạt	kW		
9.	Nhiệt độ nước nóng thiết kế	°C		
10.	Nhiệt độ nước lạnh thiết kế	°C		
11.	Nhiệt độ bầu ướt thiết kế	°C		



**Bảng 2: HIỆU SUẤT CỦA THÁP GIẢI NHIỆT**

STT	Thông số	Đơn vị	Tháp giải nhiệt (CT)	
			CT 1	CT 2
1.	Nhiệt độ bầu khô	°C		
2.	Nhiệt độ bầu ướt	°C		
3.	Nhiệt độ đầu vào CT	°C		
4.	Nhiệt độ đầu ra CT	°C		
5.	Chênh lệch nhiệt độ 1	°C		
6.	Chênh lệch nhiệt độ 2	°C		
7.	Hiệu suất của CT	%		
8.	Lưu lượng nước trung bình	kg/h		
9.	Khối lượng không khí trung bình	kg/h		
10.	Tỷ lệ Lông/khí (L/G)	kg nước/kg khí		
11.	Tổn thất bay hơi	m <sup>3</sup> /h		
12.	Tải nhiệt của tháp giải nhiệt	kCal/h		

## 7, TÀI LIỆU THAM KHẢO

Australian Institute of Air Conditioning Refrigeration and Heating (AIRAH), *Types of Cooling Towers*, In: *Selecting a Cooling Tower Level 1 – Participant Guide Version 1,0*, [www.airah.org.au/downloads/CPD-samplepg.pdf](http://www.airah.org.au/downloads/CPD-samplepg.pdf).

American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning, *ASHRAE Handbook*, Fourth edition, 2001

National Productivity Council (NPC), *NPC Case Studies*,

Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power, India, *Cooling Towers*, In: *Energy Efficiency in Electrical Utilities*, Chapter 7, pg 135 - 151, 2004

Perry, *Perry's Chemical Engineers Handbook*, Page 12-17,

Pacific Northwest National Laboratory, *Photo Library*, 2001, [www.pnl.gov](http://www.pnl.gov), [www.cce.iastate.edu/courses/ce525/Cooling%20Towers.doc](http://www.cce.iastate.edu/courses/ce525/Cooling%20Towers.doc)

Gulf Coast Chemical Commercial Inc, *Cooling Systems*, 1995  
[www.gc3.com/techdb/manual/coolfs.htm](http://www.gc3.com/techdb/manual/coolfs.htm)

GEO4VA, Virginia Department of Mines, Minerals and Energy, *Ground Loop Configuration and Installation*, [www.geo4va.vt.edu/A2/A2.htm](http://www.geo4va.vt.edu/A2/A2.htm)

Ramarao, R,A, Paltech Cooling Towers and Equipment Ltd, *Design of Fills*,

Shivaraman, T, Shiriram Towertech Ltd, *Selection and Design of Cooling Towers*, [www.shiriramtowertech.com](http://www.shiriramtowertech.com)

### Copyright:

Copyright © United Nations Environment Programme (year 2006)

*This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source. No use of this publication may be made for resale or any other commercial purpose whatsoever without prior permission from the United Nations Environment Programme.*

### Bản quyền

Copyright © Chương trình môi trường liên hợp quốc (năm 2006)

*Ấn bản này có thể tái xuất bản toàn bộ hoặc một phần và cho bất kỳ mục đích giáo dục hay phi lợi nhuận nào mà không có sự cho phép đặc biệt từ người giữ bản quyền với điều kiện phải nêu nguồn của ấn bản. UNEP mong rằng sẽ nhận được bản sao của bất kỳ ấn bản nào có sử dụng ấn bản này như nguồn thông tin. Không sử dụng ấn bản này để bán lại hay cho bất kỳ mục đích thương mại nào khác mà không có sự cho phép trước đó từ Chương trình Môi trường của Liên hợp quốc*

### Disclaimer:

*This energy equipment module was prepared as part of the project "Greenhouse Gas Emission Reduction from Industry in Asia and the Pacific" (GERIAP) by the National Productivity Council, India. While reasonable efforts have been made to ensure that the contents of this publication are factually correct and properly referenced, UNEP does not accept responsibility for the accuracy or completeness of the contents, and shall not be liable for any loss or damage that may be occasioned directly or indirectly through the use of, or reliance on, the contents of this publication, including its translation into other languages than English. This is the translated version from the chapter in English, and does not constitute an official United Nations publication.*

### Khuyến cáo:

*Mô đun thiết bị năng lượng này được thực hiện là một phần của dự án "Giảm Phát Thải Khí Nhà Kính từ Hoạt Động Công Nghiệp ở Khu vực Châu Á và Thái Bình Dương" (GERIAP) bởi Ủy ban Năng suất Quốc gia Ấn Độ. Mặc dù đã cố gắng nhiều để đảm bảo nội dung của báo cáo này là chính xác và phù hợp để tham khảo, UNEP không có trách nhiệm về tính chính xác hay hoàn thiện của nội dung và sẽ không chịu trách nhiệm về bất kỳ mất mát hay thiệt hại mà có thể liên quan trực tiếp hay gián tiếp cho việc sử dụng hay dựa vào nội dung của báo cáo này gây ra, bao gồm cả bản dịch sang các thứ tiếng khác ngoài tiếng Anh. Đây là bản dịch từ chương bằng tiếng Anh và không là ấn bản chính thức của Liên hợp quốc.*