



NGHIÊN CỨU
TRAO ĐỔI

SO SÁNH HỆ SỐ HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG (COP) VÀ GIÁ TRỊ NON TẢI TÍCH HỢP (IPLV) CỦA HỆ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ VRV VÀ CHILLER Ở MỘT TOÀ NHÀ TẠI HÀ NỘI

PGS. TS. Nguyễn Đức Lợi

Bài báo giới thiệu các tính toán COP và IPLV của hệ điều hoà không khí VRV và hệ Chiller li tâm giải nhiệt nước của một công trình tháp đôi 27 tầng tại Hà Nội với kết luận hệ VRV III hiệu suất cao có thể tiết kiệm từ 30-50% năng lượng so với hệ Chiller.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quy chuẩn xây dựng Việt Nam QCVN 09:2005 về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả quy định phải sử dụng hệ số IPLV thay cho hệ số COP để đánh giá khả năng tiết kiệm năng lượng của hệ thống điều hoà không khí (ĐHKK) trong các toà nhà. Vậy COP và IPLV là gì?

a) COP (Coefficient of Performance) là hệ số hiệu quả năng lượng tương đương với hệ số lạnh ϵ đối với máy lạnh và hệ số nhiệt ϕ đối với bơm nhiệt trong các giáo trình kỹ thuật lạnh.

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \text{COP}_{\text{máy lạnh}} = \epsilon \\ &= \frac{\text{Năng suất lạnh hữu ích thu được}}{\text{Điện năng tiêu tốn}}, \text{ kW/kW} \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \text{COP}_{\text{bơm nhiệt}} = \phi \\ &= \frac{\text{Năng suất lạnh hữu ích thu được}}{\text{Điện năng tiêu tốn}}, \text{ kW/kW} \quad (2) \end{aligned}$$

(Tài liệu Anh Mỹ hay dùng đơn vị là tấn lạnh TR/kW).

COP cho trong các catalog kỹ thuật là COP khi máy lạnh hoặc bơm nhiệt chạy ở 100% tải (đầy tải).

b) IPLV (Integrated Part Load Value) đôi khi còn gọi là NPLV (Non - standard Part Load Value) là giá trị non tải tích hợp hay giá trị non tải không tiêu chuẩn. Chúng tôi đề nghị gọi IPLV là Hệ số chạy non tải.

Theo thống kê của ARI thì các hệ thống ĐHKK thực tế chỉ chạy 1% thời gian trong năm ở 100% tải còn 99% thời gian là chạy non tải, cụ thể 42% thời gian chạy ở 75% tải, 45% thời gian chạy ở 50% tải và 12% thời gian chạy ở 25% tải. Chính vì vậy tiêu chuẩn ARI 550/590 quy định lấy IPLV làm tiêu chuẩn đánh giá hiệu quả năng lượng của một hệ thống ĐHKK. IPLV được tính cho cả 4 nhóm công trình như sau:

$$\text{IPLV} = 0,01A + 0,42B + 0,45C + 0,12D, \text{ kW/kW (hoặc TR/kW)} \quad (3)$$

Trong đó A, B, C, D lần lượt là COP ở 100%, 75%, 50% và 25% tải. Các hệ số ở Châu Âu lần lượt là 0,03; 0,33; 0,41 và 0,23.

Đối với công trình điều hoà chạy 12h/ ngày, 5 ngày / tuần, nhiệt độ ngoài nhà $> 12,8^{\circ}\text{C}$ (phù hợp với toà nhà công sở tại Hà Nội) thì các hệ số lần lượt là 0,018; 0,501; 0,481 và 0,000.

Nếu tính IPLV theo chỉ số điện tiêu thụ PIC thì:

$$\text{IPLV} = \frac{1}{\frac{0,01}{A} + \frac{0,42}{B} + \frac{0,45}{C} + \frac{0,12}{D}}, \text{ kW/kW (hoặc kW/TR)} \quad (4)$$

Trong đó:

A, B, C, D lần lượt là PIC ở 100%, 75%, 50% và 25% tải.

PIC (Power Input per Capacity) là chỉ số tiêu thụ điện năng cho một đơn vị năng suất lạnh (hoặc nhiệt).

$$\text{PIC} = \frac{1}{\text{COP}}, \text{ kW/kW}$$

Như vậy IPLV có thể là COP lại cũng có thể là PIC nên cần lưu ý khi sử dụng các giá trị này từ catalog. Nó có thể phân biệt rất dễ dàng khi mang đơn vị TR/kW hoặc kW/TR nhưng khó phân biệt hơn khi mang đơn vị kW/kW.

2. GIỚI THIỆU CÔNG TRÌNH LÂM VÍ DỤ TÍNH COP VÀ IPLV

Đó là công trình toà nhà tháp đôi 27 tầng ở Mỹ Đình Hà Nội. Tháp A và B (2 tháp) của toà nhà có chiều cao 27 tầng, khối C có 8 tầng là khu nối giữa tháp A và B. Tầng 1, 2 của tháp A và B dùng để cho thuê kinh doanh dịch vụ. Tầng 3 đến 27 của cả 2 tháp A và B (từ tầng 18 của tháp A và tầng 17 của tháp B là tầng dịch vụ) sử dụng làm văn phòng làm việc. Toàn bộ khối C dùng làm văn phòng hội nghị, hội thảo nhà hàng.

Hai tầng hầm dùng làm gara với sức chứa 618 xe ô tô và 268 xe máy.

Năng suất lạnh yêu cầu tính toán được ở điều kiện điều hoà cấp 3 ở Hà Nội, $t_N = 35,1^\circ\text{C}$ $\phi = 57,2\%$ là 10.800kW.

3. COP VÀ IPLV CỦA HỆ VRV

3.1. Mô tả giải pháp hệ thống VRV

Hệ thống VRV III 2 chiều bơm nhiệt, môi chất R410A gồm 105 tổ dàn nóng. Tổng công 3856HP (tương đương 2836kW). Tổng năng suất lạnh danh định 10.620kW. Cấp gió tươi bằng hệ thống thông gió thu hồi nhiệt HRV.

3.2. Cách tính COP và IPLV của hệ thống VRV

Giống như máy điều hoà cửa sổ hoặc máy điều hoà 2 cụm, máy điều hoà VRV được đo kiểm năng suất lạnh và điện năng tiêu thụ bằng Calorimet (năng lượng kế) nên năng suất lạnh ở đây là năng suất lạnh tinh và điện năng tiêu tốn là điện năng tiêu tốn thực cho hệ thống. Nhưng vì khi lắp đặt Calorimet để thử nghiệm, chiều cao chênh lệch giữa dàn nóng và dàn lạnh là 0m và chiều dài đường ống ga tương đương chỉ có 7,5m và tỷ lệ kết nối là 100%. Khi lắp đặt ở công trình ta phải hiệu chỉnh lại Q_0 cho phù hợp. Thực tế công trình, độ cao chênh lệch trung bình là 30m, chiều dài đường ống ga là 50m và tỉ lệ kết nối là 11.542kW dàn lạnh/10.620kW dàn nóng = 1,087. Năng suất lạnh thực Q_0 , tính theo các hệ số hiệu chỉnh theo biểu thức 5.9 tài liệu [1] với năng suất lạnh tiêu chuẩn.

$$Q_{0N} : Q_0 = Q_{0N} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4$$

α_1 - hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ ngoài nhà: $\alpha_1 = 1,0$ vì $t_N = 35,1 \approx 35^\circ\text{C}$ tiêu chuẩn.

α_2 - hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ trong nhà ($27^\circ\text{C}/27^\circ\text{C}$): $\alpha_2 = 1,0$

α_3 - hệ số hiệu chỉnh theo chiều dài đường ống ga và chênh lệch độ cao giữa 2 dàn; $\alpha_3 = 0,98$.

α_4 - hệ số hiệu chỉnh theo tỷ lệ kết nối $\alpha_4 = 1,02$.

Vậy $Q_0 \approx Q_{0N}$

COP của VRV III thông thường theo catalog bảng 3,17 và COP của VRVIII hiệu suất cao theo catalog là 4,27.

Tuy nhiên, vì sử dụng thông gió thu hồi nhiệt HRV nên năng suất lạnh tiết kiệm được theo [8] lên đến 9 ÷ 13%. ở đây lấy 10% ta sẽ có COP loại thường đạt 3,49 và loại hiệu suất cao đạt 4,70.

Tính IPLV

Muốn tính được IPLV phải biết được COP chạy non tải ở 75%, 50%, và 25%. Theo [6] COP ở 100, 75, 50 và 25% tải của hệ VRVIII hiệu suất cao lần lượt là 4,27; 4,76; 5,28 và 4,64.

Vậy: $IPLV = 0,01 \cdot 4,27 + 0,42 \cdot 4,76 + 0,45 \cdot 5,28 + 0,12 \cdot 4,64 = 4,97$.

Tính tương tự IPLV cho VRVIII thông thường là 3,69 theo tỷ lệ. Nếu tính cả HRV ta có tương ứng 5,47 và 4,06.

4. COP VÀ IPLV CỦA HỆ CHILLER GIẢI NHIỆT NƯỚC

4.1. Mô tả giải pháp hệ thống Chiller giải nhiệt nước

Giải pháp này dùng 3 Chiller giải nhiệt nước máy nén li tâm ga R123 năng suất lạnh là 3516 kW (1000 RT) mỗi máy. Tổng năng suất lạnh của 3 máy là: 10.548kW. Do thiếu lạnh nên phải bố trí thêm 01 chiller giải nhiệt gió, máy nén trực vít ga R134 năng suất lạnh 302,4kW (86RT).

Theo Catalog đi kèm chiller li tâm có COP = 6,31kW/kW; IPLV = 0,472kW/RT còn chiller trực vít giải nhiệt gió có COP = 2,57kW/kW, Việc sưởi ấm mùa đông do một nồi hơi đun nước nóng bằng dầu DO đảm nhận.

Tổng năng suất lạnh là $Q_0 = 10.850\text{kW}$. Công suất động cơ lắp đặt cho chiller tuabin là 621kW nhưng từ COP = 6,31 ta tính được công nên hữu ích $Ne = Q_0/\text{COP} = 557,2\text{kW}$. Chiller giải nhiệt gió có $Ne = 118\text{kW}$.

Các thiết bị khác của hệ chiller gồm:

Ba bơm nước lạnh sơ cấp $3 \times 45\text{kW} = 135\text{kW}$.

Bốn bơm nước lạnh thứ cấp có tổng 260kW.

Bơm nước lạnh cho chiller giải nhiệt gió 15kW.

Ba bơm nước giải nhiệt $3 \times 75 = 225\text{kW}$.

Một bơm nước cấp cho tháp giải nhiệt 15kW.

Ba quạt tháp giải nhiệt $3 \times 22\text{kW} = 66\text{kW}$.

Bốn AHU $4 \times 11\text{kW} = 44\text{kW}$

42 dàn FCU $\times 453\text{W} = 19,026\text{kW}$

471 FCU $\times 394\text{W} = 185,574\text{kW}$

396 FCU $\times 193\text{W} = 76,428\text{kW}$.

(ở đây chưa tính đến bơm nước bổ sung, bơm xử lý nước, bơm nước lọc, bơm nước phòng máy chỉ sử dụng định kỳ).

Do phòng Calorimet đo COP của Chiller li tâm chỉ đo năng suất lạnh từ dòng nước lạnh vào 12°C và ra 7°C từ bình bay hơi với điện tiêu thụ của chiller nên COP = 6,31 chưa phải là COP thực của hệ thống. Muốn tính được COP

thực của hệ thống ta phải tính được năng suất lạnh tại phòng điều hoà nghĩa là phải tính được năng suất lạnh tinh và điện tiêu thụ bổ sung từ các thiết bị khác của hệ thống như bơm quạt. Năng suất lạnh tinh bằng năng suất lạnh lý thuyết trừ đi công suất bơm nước lạnh và công suất của các quạt dân lạnh. Còn công suất bổ sung là công suất của tất cả các thiết bị như bơm quạt các loại. COP thực của hệ thống có thể được tính gần đúng theo biểu thức sau:

$$COP_1 = \frac{Q_0 - (N_1 + N_2)}{N_e + N_1 + N_2 + N_3 + N_4}$$

Ne - Công suất máy nén:

$$(3 \times 557,2) + 118 = 1789,6 \text{ kW}$$

N₁ - Tổng công suất bơm nước lạnh:

$$135 + 260 + 15 = 410 \text{ kW}$$

N₂ - Tổng công suất của dàn lạnh AHU và

$$FCU = 44 + 281,028 = 325 \text{ kW}$$

N₃ - Tổng công suất bơm nước giải nhiệt

$$(3 \times 75) + 15 = 240 \text{ kW}$$

N₄ - Tổng công suất quạt tháp giải nhiệt

$$3 \times 22 = 66 \text{ kW}$$

$$COP_1 = \frac{10.850 - (410 + 325)}{1789,6 + 410 + 325 + 240 + 66} = 3,57 \text{ kW/kW}$$

Theo Catalog:

$$IPLV = 1/0,472 = 2,1186 \text{ RT/kW} = 7,449 \text{ kW/kW}$$

Đây cũng là giá trị lý thuyết. Có thể tính toán gần đúng giá trị thực theo tỉ lệ giảm COP ở 100% từ 6,31 xuống 3,57 là IPLV_t = 4,21 kW/kW.

5. KẾT LUẬN

- COP thực ở 100% tải của hệ Chiller là 3,57 nhỏ hơn COP lý thuyết 6,31 đến 45%.

- Nếu tính cả HRV lắp cùng thì hệ VRV chiller có COP xấp xỉ với hệ VRV III thông thường 3,49 và 3,57 nhưng kém hệ VRV III hiệu suất cao tới gần 32% (3,57 và 4,70).

- IPLV của hệ chiller xấp xỉ hệ VRV III thông thường nhưng cũng kém hệ VRV III hiệu suất cao tới 30% (5,47 và 4,21).

- Kết quả trên sai khác khá nhiều với kết luận của Sakamoto [5] là IPLV của hệ VRF hiệu suất cao hơn của hệ chiller tới 50% khi đo đạc thực tế ở 6 toà nhà tại Tokyo như sau:

Toà nhà văn phòng W cao 88m (19 tầng) diện tích 31.600m²

Toà nhà văn phòng X cao 195m (44 tầng) diện tích 131.200m²

Toà nhà văn phòng Y cao 175m (39 tầng) diện tích 119.500m²

Toà nhà văn phòng Z cao 155m (33 tầng) diện tích 101.100m²

Toà nhà thị chính cao 49m (6 tầng) diện tích 30.600m²

Trung tâm thương mại dịch vụ diện tích 41.900m².

Từ các phân tích trên có thể rút ra kết luận là hệ VRV hiệu suất cao có thể tiết kiệm được năng lượng từ 30 đến 50% [5] so với hệ chiller.

Abstract:

The article introduce the calculation of the COP and IPLV of the VRV system and of the water cooled centrifugal chiller system at a 27 story twin tower office building in Hanoi with the conclusion that the high efficiency VRV system may reduce energy consumption from 30% to 50% in comparison with the chiller system.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đức Lợi: Giáo trình thiết kế hệ thống điều hoà không khí - Nhà xuất bản Giáo dục 2009.
2. Nguyễn Đức Lợi, Lê Nguyên Minh: *Phân tích đánh giá các giải pháp tiết kiệm năng lượng trong ĐHKK qua ba loại công trình tiêu biểu* - Tạp chí KH&CN Nhiệt tháng 9/2007.
3. Quy chuẩn xây dựng Việt Nam QCVN 09:2005 - Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả - Bộ xây dựng ban hành tháng 9/2005.
4. ARI 550/590 (Tiêu chuẩn về ĐHKK của Viện lạnh Mỹ).
5. Sakamoto (Deputy Direktor of the Heat Pump and Thermal Storage of Japan): Introduction of high efficiency heat pump and thermal storage system in Japan. Proceedings of the 2nd Japan - Vietnam workshop on Energy Efficiency for Buildings - Application of Heat pump and Thermal storage Technologies 6 - 2009
6. Souzan Nicolas: Energy Saving Approach in Modern A/C VRV System. Proceedings of the 2nd Japan - Vietnam workshop on Energy Efficiency for Buildings - Application of Heat pump and Thermal storage Technologies 6-2009
7. Lê Nguyên Minh: Phương pháp xác định tiêu thụ điện của chiller trong hệ thống ĐHKK trung tâm công suất lớn. Tạp chí Xây dựng 7 - 2006.
8. VRV III - Daikin catalog
9. Chiller - Trane catalog

Phản biện: PGS. TS. Lê Công Cát