AC02. HIỆU SUẤT CỦA HỆ THỐNG LÀM LẠNH

Mục đích

Khuyến khích sử dụng các thiết bị điều hòa không khí hiệu suất cao nhằm giảm mức tiêu thụ năng lượng công trình dùng cho điều hòa không khí.

Phần này giải thích làm thế nào để sử dụng điều hòa không khí thông qua các lựa chọn hệ thống thích hợp. Tuy nhiên, trước khi xác định quy mô hệ thống, bước đầu tiên cần giảm được tải nhiệt thông qua thiết kế lớp vỏ công trình và chiếu sáng.

AC02 - Yêu cầu của Quy chuẩn: Hiệu suất của hệ thống làm lạnh
Hiệu suất của thiết bị làm lạnh phải đạt hoặc vượt yêu cầu hiệu suất tối thiểu được nêu trong bảng 6 và 7.

BẢNG.06
Chỉ số hiệu suất tối thiểu đối với máy làm lạnh nước (chiller)

Loại thiết bị	Năng suất lạnh (kW)	Chỉ số hiệu quả máy lạnh CO_{MIN}, kW/kW	Chỉ số tiêu thụ năng lượng PIC_{MAX}, kW/RT	
			Điện năng	Nhiệt năng
Chiller giải nhiệt bằng không khí - sử dụng điện	Tất cả các dải năng suất	3,10	1,133	-
Chiller Piston giải nhiệt nước	Tất cả các dải năng suất	4,20	0,836	-
Chiller xoắn ốc và trục vít giải nhiệt nước - sử dụng điện	< 528	4,45	0,789	-
	≥ 528 và < 1055	4,90	0,717	-
	≥ 1055	5,50	0,639	-
Chiller ly tâm giải nhiệt nước - sử dụng điện	< 528	5,00	0,702	-
	≥ 528 và < 1055	5,55	0,633	-
	≥ 1055	6,10	0,576	-
Chiller hấp thụ giải nhiệt bằng không khí - cấp 1	Tất cả các dải năng suất	0,60 (*)	-	5,860
Chiller hấp thụ giải nhiệt nước - 2 cấp	Tất cả các dải năng suất	0,70 (*)	-	5,022
Chiller hấp thụ - 2 cấp Đốt gián tiếp	Tất cả các dải năng suất	1,00 (*)	-	3,516
Chiller hấp thụ - 2 cấp Đốt trực tiếp	Tất cả các dải năng suất	1,00 (*)	-	3,516

Chú thích:

1) Nguồn: Tiêu chuẩn ASHRAE Std, 90,1-2001; ASHRAE Std, 90,1-2004;

2) (*) - Đối với máy lạnh hấp thụ COP = Năng suất lạnh/ Công suất nhiệt tiêu thụ;
- Chỉ số tiêu thụ điện : PIC = Công suất điện tiêu thụ / Năng suất lạnh tính bằng RT;
- Refrigerant Ton (RT): 1RT = 3,516 kW = 12000 Btu/h;

3) Để tính chỉ số hiệu quả làm lạnh của Chiller vận hành trong thời gian 1 năm ARI 550/590-2003 đã đưa ra công thức sau:

IPLV = 0,01A + 0,42B + 0,45C + 0,12D (kW/kW)

trong đó:

IPLV – Chỉ số hiệu quả non tải tổng hợp là chỉ số hiệu quả máy lạnh tính cho tổng thời gian vận hành trong năm theo các mức phụ tải;

A – Chỉ số COP (kW/kW) tính ở 100 % tải

B - Chỉ số COP (kW/kW) tính ở 75 % tải

C - Chỉ số COP (kW/kW) tính ở 50 % tải

D - Chỉ số COP (kW/kW) tính ở 25 % tải

BẢNG.07

Chỉ số hiệu suất tối thiểu đối với thiết bị điều hòa không khí làm lạnh trực tiếp hoạt động bằng điện

Loại thiết bị	Năng suất lạnh	Chỉ số hiệu quả COP tối thiểu của máy lạnh, kW/kW	Tham chiếu
Máy điều hòa không khí 1 cụm	-	2,30	TCVN 7830:2012 và TCVN 6307:1997
Máy điều hòa không khí 2 cụm	<4,5 kW	2,60	
	≥ 4,5 kW và < 7,0 kW	2,50	
	≥ 7,0 kW và <14,0 kW	2,40	
Máy điều hoà không khí giải nhiệt bằng không khí	≥ 14 kW và <19 kW	2,93	TCVN 6307:1997 hoặc ARI 210/240
	≥ 19 kW và < 40 kW	3,02	ARI 340/360
	≥ 40 kW và < 70 kW	2,84	
	≥ 70 kW và < 117 kW	2,78	
	≥ 117 kW	2,70	
Máy điều hòa không khí giải nhiệt bằng nước và bằng bay hơi nước	<19 kW	3,35	ARI 210/240
	≥ 19 kW và < 40 kW	3,37	ARI 340/360
	≥ 40 kW và < 70 kW	3,32	
	≥ 70 kW	2,70	
Các cụm ngưng tụ giải nhiệt bằng không khí	≥ 40 kW	2,96	ARI 365
Các cụm ngưng tụ giải nhiệt bằng nước hoặc bay hơi nước	≥ 40 kW	3,84	

Chú thích:

1) Chỉ số hiệu quả máy lạnh: COP = Năng suất lạnh /Công suất điện tiêu thụ (kWlạnh/ kWđiện);

2) Cụm ngưng tụ bao gồm máy nén và dàn ngưng;

3) Chỉ số hiệu quả máy lạnh tối thiểu cho trong Bảng được tính ở 100% năng suất lạnh. Để tính chỉ số hiệu quả chiller vận hành trong thời gian 1 năm ARI 340/360 đưa ra công thức sau:

$$IEER = 0{,}020A + 0{,}617B + 0{,}238C + 0{,}125D \ (W/W)$$

trong đó:

IEER – Chỉ số hiệu quả năng lượng tổng hợp là chỉ số hiệu quả máy lạnh tính cho thời gian vận hành trong 1 năm theo các mức phụ tải
A = EER – Chỉ số hiệu quả máy lạnh (W/W) ở 100 % công suất
B = EER – Chỉ số hiệu quả máy lạnh (W/W) ở 75 % công suất
C = EER – Chỉ số hiệu quả máy lạnh (W/W) ở 50 % công suất

Đối tượng áp dụng

Loại công trình	TPHCM	Đà Nẵng	Hà Nội
Văn phòng	Có	Có	Có
Trung tâm thương mại	Có	Có	Có
Khách sạn	Có	Có	Có
Bệnh viện	Có	Có	Có
Công trình chung cư	Có	Có	Có
Trường học	Có	Có	Có

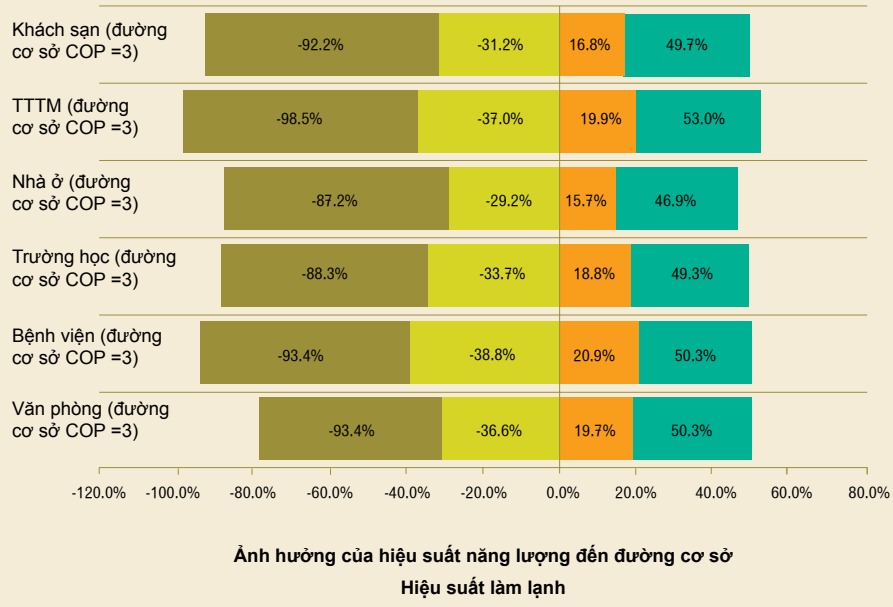
Giải thích

Nhu cầu điều hòa không khí có thể chiếm tới hơn 50% tổng chi phí điện năng của những công trình sử dụng hệ thống điều hòa không khí trung tâm (ĐHKK). Vì thế hiệu suất của hệ thống ĐHKK là một yếu tố tối quan trọng. Thành phần chính của hệ thống ĐHKK là hệ thống làm lạnh (đặc trưng là chiller sử dụng trong những công trình lớn), vì vậy chiller là rất quan trọng đem đến hiệu quả cho hệ thống làm lạnh.

Hình 18 cho biết tác động của chỉ số hiệu quả (COP) và nhiệt độ của nước làm lạnh đối với tổng mức tiêu thụ năng lượng của các công trình điển hình tại Việt Nam.

HÌNH.18

Tác động của hiệu suất hệ thống làm lạnh đối với tổng mức tiêu thụ năng lượng trong các công trình điển hình tại Việt Nam



Bởi vì nhu cầu làm lạnh sử dụng năng lượng cao nhất trong tất cả các loại công trình được áp dụng theo QCVN 09:2013/BXD, do đó dự kiến khả năng tiết kiệm năng lượng cao nhất cũng là thông qua nâng cao hiệu quả của hệ thống làm lạnh. Việc tăng hiệu suất làm lạnh từ COP trường hợp cơ sở bằng 3,0 đến 6,5 có thể giảm năng lượng làm lạnh còn gần một nửa (và tổng năng lượng tiết kiệm lên đến 20%) như trong Hình 18.

Thiết bị làm lạnh

Thiết bị dùng cho không gian cục bộ/đơn lẻ

Các thiết bị điều hòa không khí cục bộ bao gồm những thiết bị sử dụng riêng cho từng không gian. Những thiết bị này gồm:

- Máy điều hòa không khí trong phòng/ treo tường
- Điều hòa hai khối

Điều hòa không khí phòng được thiết kế để sử dụng cho những không gian đơn lẻ thay vì toàn bộ công trình. Máy điều hòa không khí phòng, cửa sổ treo tường là những thiết bị liền khối bao gồm cả dàn ngưng và dàn bay hơi đi liền nhau. Lợi ích chính của loại thiết bị này là sự đơn giản và chi phí thấp. Tuy nhiên hiệu suất của thiết bị này thường cũng thấp.

Một dạng thiết bị điều hòa không khí tiên tiến hơn là máy điều hòa hai khối. Ở những thiết bị này, bộ phận dàn ngưng được đặt ở bên ngoài không gian cần điều hòa không khí. Thiết bị điều hòa này đem lại hiệu quả cao hơn cũng như khả năng sử dụng cùng lúc một thiết bị ngưng tụ đặt ngoài cho nhiều không gian.

Hệ thống điều hòa trung tâm

Ở các hệ thống điều hòa trung tâm, quá trình làm lạnh không khí được thực hiện tại chỗ ở một hay nhiều phòng kỹ thuật chuyên dụng, sau đó được phân phối trong khắp công trình qua chất tải lạnh là không khí, nước hay môi chất lạnh. Có 4 loại hệ thống làm lạnh chính sau:

- Thiết bị làm lạnh nước giải nhiệt bằng không khí
- Thiết bị làm lạnh nước giải nhiệt bằng nước
- Thiết bị làm lạnh có lưu lượng môi chất biến thiên (VRF)
- Thiết bị làm lạnh nước chu trình hấp thụ (máy lạnh hấp thụ)

Thiết bị làm lạnh nước giải nhiệt bằng không khí

Thiết bị làm lạnh giải nhiệt bằng không khí là loại thiết bị lắp đặt dễ dàng nhất và cần rất ít không gian. Những thiết bị làm lạnh hiện đại đều có bộ biến tần trên dàn ngưng và máy nén thường có hiệu suất cao.

Hệ số hiệu suất làm lạnh thông thường của thiết bị đạt mức 2,5 - 3,5 tùy vào loại thiết bị, nhà sản xuất và điều kiện làm việc. Chỉ số hiệu suất này có tính đến cả năng lượng sử dụng để giải nhiệt (quạt trong thiết bị ngưng). Những giá trị này là giá trị thiết kế và được kiểm tra theo các điều kiện tiêu chuẩn theo ARI 550/590.

Phần trích dẫn sau cho biết ảnh hưởng của điều kiện làm việc đến công suất đầu ra và hiệu suất của chiller giải nhiệt bằng không khí.

BẢNG.08

Tác động của nhiệt độ ngưng tụ đến hiệu suất của thiết bị làm lạnh nước

Nhiệt độ môi trường xung quanh dàn ngưng (°C)												
	30			35			40			45		
Kích cỡ thiết bị	kW làm lạnh	kW đầu vào	COP	kW làm lạnh	kW đầu vào	COP	kW làm lạnh	kW đầu vào	COP	kW làm lạnh	kW đầu vào	COP
20 tấn	73.13	21.2	3.46	69.27	22.9	3.02	65.05	24.8	2.64	60.83	26.8	2.26
20 tấn	94.23	27.9	3.37	88.6	30.2	2.93	82.98	32.8	2.52	77	35.5	2.17
30 tấn	105.48	30.7	3.43	99.85	33.4	2.99	93.53	36.4	2.58	87.2	39.5	2.2
35 tấn	124.11	36.7	3.37	117.08	39.9	2.93	109.7	43.4	2.52	101.96	47.1	2.17

Bảng trên cho thấy khi nhiệt độ bên ngoài dàn ngưng tăng từ 30^0C lên 45^0C, hiệu suất có thể giảm tới 35%. Ngoài ra, hiệu quả năng lượng trong điều kiện non tải cũng cần được xem xét đến do hiệu suất của máy làm lạnh sẽ thay đổi khi thiết bị không chạy đầy tải. Những thiết bị làm lạnh hiện đại, có biến tần cho các máy nén, có khả năng khai thác non tải để tăng hiệu suất theo mùa.

Tiêu chuẩn của Viện nghiên cứu làm lạnh và điều hòa không khí của Mỹ - ARI kết hợp hai hiệu ứng trên thành một mức phụ tải tiêu chuẩn áp dụng cho cả năm. Tuy điều kiện làm việc thay đổi tùy theo từng vùng khí hậu khác nhau, nhưng đường cong theo ARI sẽ không đổi. Phương thức này bảo đảm duy trì các điều kiện làm việc tương đồng cho tất cả các thiết bị làm lạnh. Ngoài ra, các điều kiện ARI còn cho phép áp dụng một hệ thống kiểm nghiệm thống nhất cho mọi nhà sản xuất, nhờ đó đơn giản hóa việc so sánh đối chiếu giữa các thiết bị làm lạnh nước.

Thiết bị làm lạnh giải nhiệt nước

Thiết bị làm lạnh nước giải nhiệt nước thường được lắp đặt, vận hành trong nhà, được giải nhiệt bằng vòng lặp tuần hoàn nước trong thiết bị ngưng tụ rời thường kết nối với các tháp giải nhiệt đặt bên ngoài để giải phóng nhiệt ra môi trường hay đến một nguồn nước khác như giếng, sông, hồ hay đại dương.

Thiết bị làm lạnh nước giải nhiệt nước cũng có hiệu suất cao hơn nhờ nước giải nhiệt có năng suất nhiệt cao và khả năng trao đổi nhiệt cao hơn. Hiệu suất điển hình của thiết bị dạng này thường dao động từ 4,0 đến 7,0. Tuy vậy, những mức hiệu suất này không tính đến các yếu tố sau:

- Năng lượng dùng cho máy bơm trong vòng lặp ngưng tụ
- Năng lượng dùng cho quạt trong tháp giải nhiệt
- Năng lượng dùng cho máy bơm nước trong tháp giải nhiệt
- Trạm xử lý nước

Trong điều kiện bình thường, tổng hiệu suất thực của những thiết bị làm lạnh nước giải nhiệt bằng nước này vẫn cao hơn so với các thiết bị làm lạnh nước giải nhiệt bằng gió. Do vậy, thiết bị làm lạnh nước giải nhiệt nước được gợi ý sử dụng cho những công trình lớn như bệnh viện, khách sạn, nhà văn phòng, trung tâm mua sắm.

Hệ thống làm lạnh VRF[5]

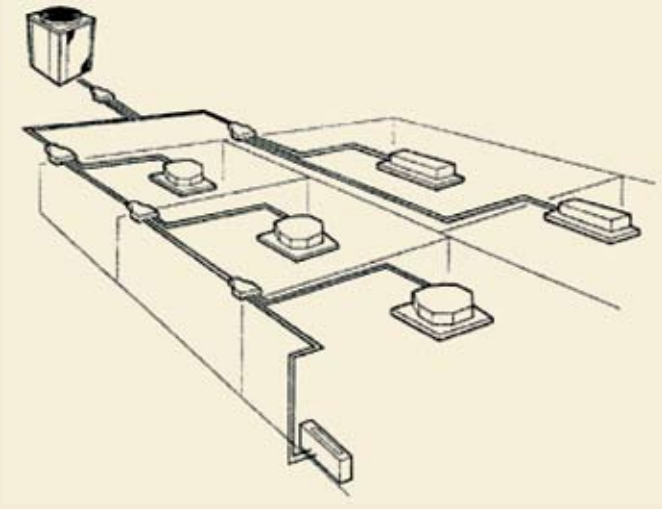
Tính năng điều chỉnh lưu lượng môi chất (VRF) là một tính năng của hệ thống điều hòa không khí khi sử dụng một tổ ngưng tụ đặt bên ngoài kết nối nhiều cụm dàn bay hơi bên trong thông qua đường ống dẫn môi chất lạnh. Hệ thống VRF khác với thiết bị làm lạnh nước truyền thống ở chỗ là tải nhiệt được truyền sang môi chất lạnh thay vì nước. Các dàn bay hơi bên trong thay đổi lưu lượng môi chất lạnh trên đường ống dẫn sử dụng van tiết lưu lỏng dạng điện tử. Điều này cho phép các dàn lạnh bên trong có công suất, cấu hình khác nhau được kết nối với cùng dàn nóng ngoài trời. Thiết kế này có thể sử dụng điều khiển tiện nghi độc lập cho từng phòng, và sưởi ấm và làm mát đồng thời trong khu vực khác nhau.

Những thiết bị này cũng được phân loại theo cơ chế giải nhiệt nước hay giải nhiệt không khí tùy vào cách thức giải phóng nhiệt của dàn ngưng (thành phần thiết bị đặt bên ngoài). Vì vậy mà có thể đạt được cùng mức hiệu suất tương ứng của các thiết bị làm lạnh nước giải nhiệt không khí hay giải nhiệt nước.

5 Thuật ngữ VRV dùng để chỉ thiết bị của hãng Daikin. Những hãng khác sau này đã giới thiệu những thiết bị tương tự, sau đó đặt tên là VRF.

HÌNH.19

Sơ đồ nguyên lý của hệ thống VRF điển hình với một dàn nóng bên ngoài kết nối nhiều dàn lạnh bên trong



Hệ thống VRF có thể được phân loại là giải nhiệt bằng nước hoặc bằng không khí tùy thuộc vào cách nhiệt được thải ra từ bình ngưng bên ngoài. Các yêu cầu hiệu quả tối thiểu của thiết bị làm lạnh giải nhiệt không khí hoặc giải nhiệt nước phải được áp dụng tương ứng.

Thông tin tham khảo thêm về hệ thống VRF có thể tìm thấy tại:

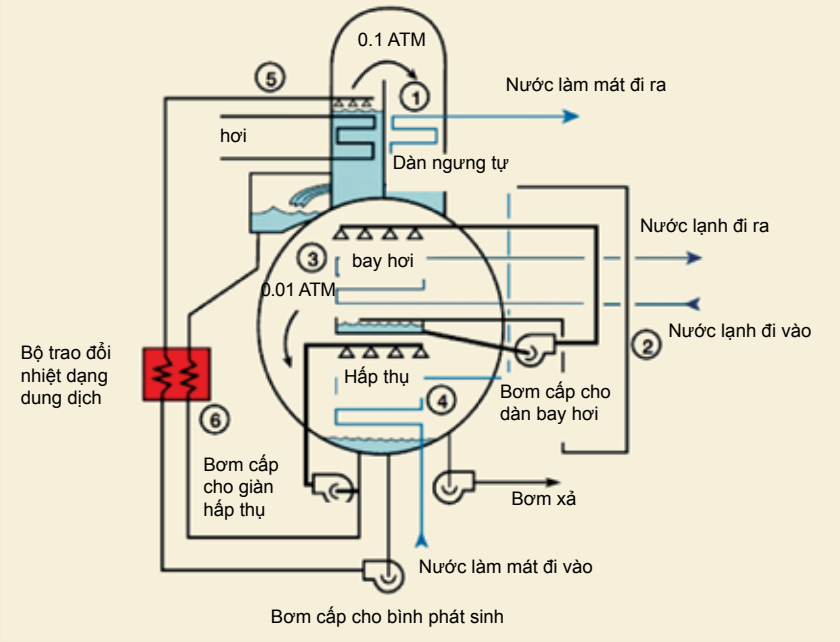
- Hệ thống ĐHKK VRF, tác giả Bhatia A. (HVAC Variable Refrigerant Flow Systems) (http://www.seedengr.com/Variable%20Refrigerant%20Flow%20Systems.pdf)
- Hệ thống VRF (Variable Refrigerant Flow Systems by Brian Thornton, Anne Wagner) (http://www.gsa.gov/portal/mediaId/169771/fileName/GPG_VRF_Report_-_FINAL_DRAFT_4-16-13.action)

Thiết bị làm lạnh hấp thụ

Máy lạnh hấp thụ sử dụng nhiệt năng thay vì điện năng để làm lạnh. Nhiệt kích hoạt một quá trình nhiệt hóa được sử dụng để nén môi chất lạnh trong hệ thống. Điều này thay thế cho quá trình nén bằng cơ năng vốn được sử dụng trong chiller có máy nén hơi, nhờ đó mà tiết kiệm được năng lượng. Nguồn nhiệt có thể từ các nguồn đa dạng như từ quá trình đốt khí thiên nhiên, từ các bộ thu năng lượng mặt trời, từ địa nhiệt hoặc là nhiệt thải từ các quá trình công nghiệp. Để đạt được hiệu suất cao hơn, có thể thêm vào hệ thống một máy nén nhiệt hóa thứ 2. Những hệ thống hấp thụ tác dụng kép như thế yêu cầu hơi nước có nhiệt độ cao (khoảng 190°C), trong khi chiller hấp thụ tác dụng đơn chỉ cần nước nóng hoặc hơi nước ở nhiệt độ thấp hơn (khoảng 75 – 132°C). Máy lạnh hấp thụ ba tác dụng cũng đã có, nhưng chi phí cao hơn.

HÌNH.20

Nguyên lý của thiết bị làm lạnh hấp thụ chu trình tác động đơn



Làm lạnh hấp thụ là dạng điển hình phù hợp với các công trình thương mại và công nghiệp quy mô lớn, và cũng như một số chung cư quy mô lớn. Máy lạnh hấp thụ có dãy công suất thông dụng từ 10 tấn lạnh đến 1500 tấn lạnh. Mức hiệu suất phổ biến đạt từ 0,5 đến 1,2 (đối với chiller 3 tác động). Máy lạnh hấp thụ cũng được phân loại thành thiết bị giải nhiệt không khí hay giải nhiệt nước tùy thuộc vào cơ chế giải phóng nhiệt.

Thông tin tham khảo thêm về máy lạnh hấp thụ có thể tìm thấy tại:

- Sách hướng dẫn máy lạnh hấp thụ (Absorption Chillers Guideline by New Buildings Institute) (http://www.stanford.edu/group/narratives/classes/08-09/CEE215/ReferenceLibrary/Chillers/AbsorptionChiller-Guideline.pdf)

Công thức tính, phương pháp tính

Hiệu suất của một số thiết bị làm lạnh được xác định dựa trên Bảng 6 và 7 nêu trên. Các thiết bị giải nhiệt (tháp giải nhiệt, thiết bị ngưng rời v.v...) không được tính gộp vào hiệu suất. Chỉ số hiệu quả (COP) tra cứu từ bảng thông số kỹ thuật của sản phẩm hay do nhà sản xuất trực tiếp cung cấp.

Chỉ số COP mô tả mức hiệu suất thiết bị trong điều kiện đầy tải (100% công suất), và không phải chỉ số đại diện lý tưởng về hiệu suất của các thiết bị điển hình. Tuy nhiên, đây là chỉ số hiệu suất thường được sử dụng phổ biến do hầu hết các nhà sản xuất xây dựng. Các IEER (chỉ số hiệu quả năng lượng tổng hợp) hoặc IPLV (chỉ số non tải tổng hợp) là xây dựng bao gồm cả hiệu suất tại chế độ non tải.

Tài liệu tham khảo, Hướng dẫn khác

- Hướng dẫn B: Nhiệt, thông gió, điều hòa không khí, làm lạnh (Hướng dẫn B CIBSE)
- http://www.ahrinet.org/
- Tiêu chuẩn AHRI 550/590-2003
- TCVN 5687-2010, Thông gió - Điều hòa không khí - Tiêu chuẩn thiết kế, 2010
- TVCN 7830-2007, Máy điều hòa không khí - Hệ số hiệu suất năng lượng, 2007