

TÍNH TOÁN HIỆU SUẤT NĂNG LƯỢNG VÀ ĐIỆN NĂNG TIÊU THỤ ĐIỀU HOÀ GIA DỤNG BIẾN TẦN TRONG ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU VIỆT NAM

Trịnh Quốc Dũng*, Nguyễn Việt Dũng, Vũ Tuấn Anh, Cung Đức Huy
Viện KH&CN Nhiệt – Lạnh, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Email: dung.trinhquoc@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 08/05/2021

Ngày nhận bài được sửa theo ý kiến phản biện: 30/06/2021

Ngày bài được duyệt đăng: 10/09/2021

Tóm tắt: Bài báo trình bày tính toán hiệu suất năng lượng và điện năng tiêu thụ của các máy điều hoà không khí dân dụng sử dụng công nghệ biến tần (Inverter) trong điều kiện khí hậu tại Việt Nam bằng phương pháp bin nhiệt độ. Các số liệu của 53 mẫu máy điều hoà biến tần với dải năng suất lạnh $9000 \div 24000$ BTU/h ($2,6 \div 7,1$ kW) được sử dụng cho tính toán này. Dựa vào TCVN 10273-1:2013 và QCVN 02:2009/BXD, hiệu suất năng lượng và điện năng tiêu thụ đã được tính cho 10 tỉnh/thành phố đại diện cho các vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam. Kết quả tính toán cho thấy có sự chênh lệch khá lớn hiệu suất năng lượng (CSPF) và điện năng tiêu thụ hàng năm (C_{CSE}) được tính giữa TCVN 10273-1:2013, QCVN 02:2009/BXD và thông số kỹ thuật của nhà sản xuất. Những ảnh hưởng của các vùng khí hậu Việt Nam tới điện năng tiêu thụ cũng được xem xét trong nghiên cứu. Bài báo đồng thời đề xuất nâng cấp Tiêu chuẩn và Quy chuẩn để việc tính toán hiệu suất điều hoà không khí biến tần trong điều kiện khí hậu Việt Nam chính xác hơn.

Từ khóa: Hiệu suất năng lượng, điện năng tiêu thụ, công nghệ biến tần, điều hoà gia dụng, khí hậu Việt Nam.

1. MỞ ĐẦU

Điều hoà không khí đã trở thành một phần không thể thiếu đối với đời sống hàng ngày của con người, phục vụ trong nhiều lĩnh vực khác nhau và góp phần phát triển kinh tế toàn cầu. Theo dự báo của Báo ngành Điều hoà không khí, sưởi và lạnh Nhật Bản (JARN), thị trường Thế giới sẽ chạm ngưỡng 129,34 triệu máy trong năm 2021 với tín hiệu khả quan trong bối cảnh Thế giới chịu ảnh hưởng từ đại dịch COVID-19, trong đó dòng điều hoà gia dụng được đánh giá là nhân tố chính đóng góp vào sự phục hồi này [1]. Tại Việt Nam, điều hoà gia dụng một chiều tiếp tục dẫn đầu thị trường với hơn 80% thị phần.

Trong những năm gần đây, nhu cầu về điện của người dân Việt Nam tăng lên nhanh chóng và được dự báo là sẽ tiếp tục trong những năm tới. Điều này dẫn tới việc Việt Nam đang đối mặt với nguy cơ thiếu hụt điện trong tương lai. Theo dự báo của Tập

đoàn điện lực Việt Nam (EVN) tới năm 2025, Việt Nam có thể sẽ thiếu tới 15 tỉ kWh điện trong năm 2023 [2], đặt ra yêu cầu phải có những giải pháp tiết kiệm điện mạnh mẽ từ Chính phủ và người dân. Một trong những giải pháp tiết kiệm đó là lựa chọn những thiết bị điện tiết kiệm năng lượng, đặc biệt là điều hoà không khí vốn tiêu thụ rất nhiều điện năng. Điều này đã thúc đẩy sự gia tăng nhanh chóng của máy điều hoà biến tần, vốn có ưu điểm là tiết kiệm điện năng hơn so với điều hoà thông thường. Ở góc độ vĩ mô, Bộ KH&CN đã ban hành TCVN 10273-1:2013 (tương đương với ISO 16358-1:2013) [3] đánh giá hiệu suất năng lượng qua “chỉ số hiệu quả làm lạnh toàn mùa” Cooling Seasonal Performance Factor - CSPF) và quy định cấp hiệu suất năng lượng tối thiểu (MEPS) trong TCVN 7830:2015 [4] nhằm khuyến khích sử dụng máy điều hoà không khí tiết kiệm năng lượng. Mặc dù vậy, việc tính toán hiệu suất năng lượng của máy điều hoà trong các tiêu chuẩn này vẫn chưa thực

sự phù hợp. Lý do cơ bản là dữ liệu thời tiết sử dụng trong TCVN 10273-1:2013 được xây dựng dựa trên vùng khí hậu ôn đới, không phải cho vùng có khí hậu nhiệt đới như Việt Nam. Điều này dẫn đến sự chênh lệch khi tính toán điện năng tiêu thụ giữa tiêu chuẩn Việt Nam và thông số kỹ thuật của nhà sản xuất cho điều hoà không khí biến tần, vốn là nhân tố bị ảnh hưởng mạnh mẽ bởi nhiệt độ ngoài trời.

Bài báo này sẽ đưa đến một góc nhìn đầy đủ hơn về sự chênh lệch nói trên. Mục tiêu của nghiên cứu là so sánh CSPF và điện năng tiêu thụ của điều hoà biến tần gia dụng có năng suất lạnh danh định $9.000 \div 24000$ BTU/h ($2,6 \div 7,1$ kW) tính toán theo TCVN 10273-1:2013 và bin nhiệt độ mới dựa trên dữ liệu của QCVN 02:2009/BXD [5]. Không chỉ vậy, bài báo cũng sẽ đánh giá ảnh hưởng của khí hậu các vùng miền tới hiệu suất và điện năng tiêu thụ của dòng máy này, qua đó nghiên cứu đề xuất cần có sự cập nhật cho các tiêu chuẩn hiện hành để đánh giá một cách chính xác hai yếu tố trên cho máy điều hoà biến tần.

2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

Để thực hiện tính toán và phân tích hiệu suất năng lượng, phương pháp bin nhiệt độ được sử dụng và được đề cập tại [3], [6]. Hiệu suất năng lượng của điều hoà biến tần một chiều được tính bằng hiệu suất làm lạnh toàn mùa (CSPF):

$$CSPF = \frac{L_{CST}}{C_{CSE}} \quad (1)$$

Trong đó:

L_{CST} : Tổng tải lạnh toàn mùa, Wh

$$L_{CST} = \sum_{j=1}^m L_C(t_j) \cdot n_j + \sum_{j=m+1}^n \phi_{ful}(t_j) \cdot n_j \quad (2)$$

C_{CSE} : Năng lượng tiêu thụ ở chế độ làm lạnh, Wh

$$C_{CSE} = \sum_{j=1}^k \frac{X(t_j) \cdot P_{min}(t_j) \cdot n_j}{F_{PL}(t_j)} + \sum_{j=k+1}^p P_{mh}(t_j) \cdot n_j \quad (3)$$

$$+ \sum_{j=p+1}^m P_{hf}(t_j) \cdot n_j + \sum_{j=m+1}^n P_{ful}(t_j) \cdot n_j$$

Trong đó:

$$\phi_{ful}(t_j) = \phi_{ful}(35) + \frac{\phi_{ful(29)} - \phi_{ful(35)}}{35 - 29} \cdot (35 - t_j) \quad (4)$$

$$P_{ful}(t_j) = P_{ful}(35) + \frac{P_{ful(29)} - P_{ful(35)}}{35 - 29} \cdot (35 - t_j) \quad (5)$$

Để tính CSPF theo công thức (1) và điện năng tiêu thụ (C_{CSE}) theo công thức (2), thông số kỹ thuật của 53 mẫu máy điều hoà Inverter của 07 nhà sản xuất khác nhau đã được sử dụng. Năng suất lạnh đầy tải $\phi_{ful}(t_j)$ và công suất điện tiêu thụ đầy tải $P_{ful}(t_j)$ ở các nhiệt độ ngoài trời khác nhau được tính theo công thức (4) và (5). Các thông số kỹ thuật như năng suất lạnh đầy tải ϕ_{ful} , công suất điện đầy tải P_{ful} , tải nhỏ nhất P_{min} , nửa tải P_{haf} ,... tại nhiệt độ ngoài trời là 35°C (điều kiện thử nghiệm T1) được thu thập từ catalogue đã công bố trên website của nhà sản xuất và tính toán chi tiết trong [7]. Thông số kỹ thuật của một số mẫu máy tính toán được thể hiện ở Bảng 1. Bin nhiệt độ tham chiếu của Việt Nam sử dụng trong TCVN 10273-1:2013 nằm ở Bảng 2, tuy nhiên, bin nhiệt độ này được xây dựng cho vùng khí hậu ôn đới chứ không phải là dành cho nước có khí hậu nhiệt đới như Việt Nam. Chính vì vậy, bin nhiệt độ tham chiếu mới của 10 tỉnh/thành phố tại Việt Nam đã được xây dựng dựa theo [5] và trình bày ở Bảng 3.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của một số mẫu máy dùng để tính toán

Hãng	Model	Thông số kỹ thuật công bố			Sao năng lượng
		Năng suất lạnh (BTU/h)	Công suất điện (W)	CSPF	
Hãng 1	X-12A	11900 (3480 - 13600)	1070 (275 - 1230)	4,95	5
	X1-12A	11900 (3480 - 14300)	920 (285 - 1250)	6,24	
	X1-18A	17700 (3750 - 20500)	1360 (290 - 1720)	6,38	
	XA-18B	17700 (3750 - 19800)	1450 (290 - 1670)	5,48	
Hãng 2	A1-35S	11900 (4100 - 14000)	900 (185 - 1160)	6,53	
	A2-35M	11900 (4400 - 14000)	960 (250 - 1455)	5,65	
	A2-50V	17700 (4800 - 20500)	1365 (360 - 1740)	6,26	
	B2-50U	17100 (5500 - 18400)	1800 (360 - 2020)	4,67	
Hãng 3	Y1-35D	12624 (4777 - 13989)	1080 (320 - 1370)	5,69	
	Y1-50D	17742 (6142 - 20472)	1400 (340 - 1840)	5,61	
Hãng 4	S-13K	12200 (4700 - 13900)	930 (320 - 1330)	6,7	
	S-18K	18000 (3900 - 21100)	1530 (220 - 1850)	6,22	
Hãng 5	F1-13L	11942 (3412 - 12624)	980 (210 - 1240)	6,18	
	H2-18Y	17060 (4436 - 18084)	1690 (270 - 1650)	4,83	
Hãng 6	K-12C	12000 (7000 - 14670)	1210 (280 - 1520)	4,63	
	K-18C	18000 (3100 - 20500)	1700 (350 - 2300)	4,72	
Hãng 7	C1-12F	12000 (3240 - 12965)	1205 (290 - 1400)	-	-
	C1-18F	17060 (5120 - 19450)	1950 (500 - 2400)	-	

Bảng 2. Bin nhiệt độ tham chiếu của Việt Nam theo TCVN 10273-1:2013 [3]

Số bin j	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9	n_{10}	n_{11}	n_{12}	n_{13}	n_{14}	n_{15}	Tổng
Nhiệt độ ngoài trời, °C	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	-
Số giờ, giờ/năm	100	139	165	196	210	215	210	181	150	120	75	35	11	6	4	1817

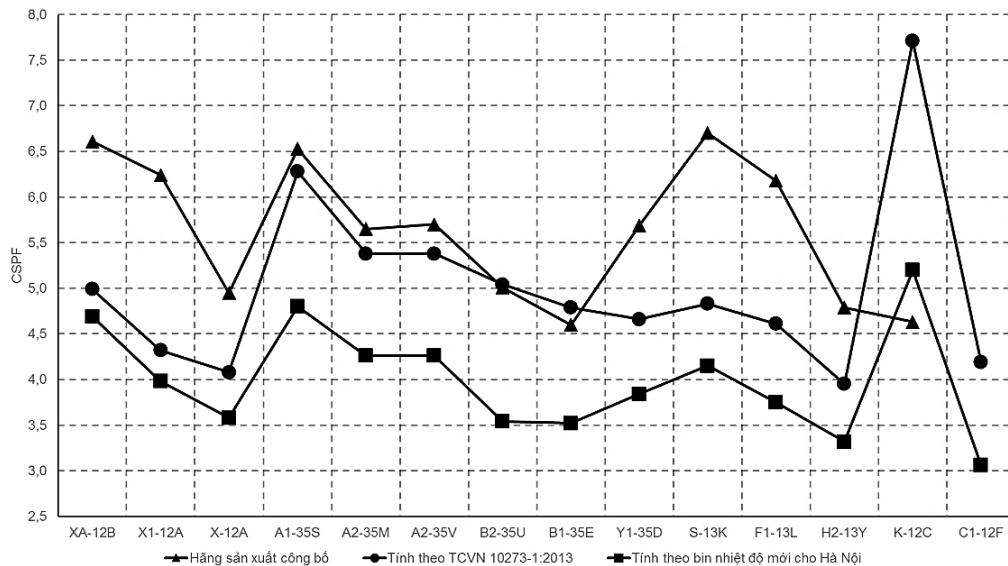
Bảng 3. Bin nhiệt độ tham chiếu mới của 10 thành phố tại Việt Nam theo QCVN 02:2009/BXD [5]

Số bin	Nhiệt độ ngoài trời, °C	Số giờ theo thành phố, giờ/năm									
		Hà Giang	Hà Nội	Quảng Ninh	Vinh	Đà Nẵng	Nha Trang	Buôn Ma Thuột	Đà Lạt	TP.HCM	Cần Thơ
n_1	22	120	180	60	300	210	0	90	480	0	0
n_2	23	300	150	90	150	240	30	120	300	0	0
n_3	24	60	180	330	150	450	60	420	210	0	0
n_4	25	270	120	180	150	330	240	570	175	90	90
n_5	26	270	240	90	330	300	690	660	200	90	90
n_6	27	270	240	270	120	300	450	720	265	210	480
n_7	28	270	210	360	180	330	540	540	35	390	810
n_8	29	180	300	510	330	330	570	240	0	630	1440
n_9	30	420	480	720	270	360	570	210	0	930	510
n_{10}	31	510	390	175	330	390	690	175	0	870	330
n_{11}	32	90	210	175	300	330	120	175	0	390	210
n_{12}	33	175	175	300	180	330	175	175	0	300	175
n_{13}	34	175	175	150	175	175	250	250	0	60	400
n_{14}	35	250	200	35	175	175	165	150	0	50	50
n_{15}	36	100	200	0	250	250	0	100	0	250	0
n_{16}	37	50	50	0	150	150	0	0	0	150	0
Tổng số giờ		3510	3500	3445	3540	4525	4550	4595	1665	4410	4585

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Các giá trị CSPF của Hãng sản xuất công bố, tính toán theo TCVN 10273-1:2013 và bin nhiệt độ mới của Hà Nội dành cho các mẫu máy điều hoà

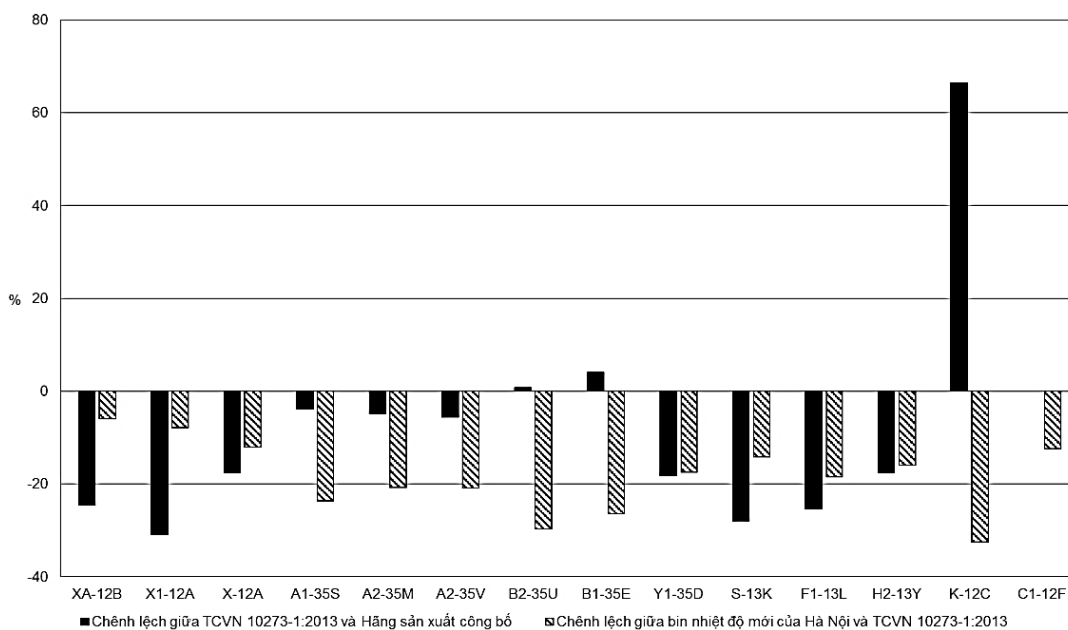
năng suất lạnh danh định 12.000 BTU/h được biểu diễn ở Hình 1. Sự chênh lệch giữa các giá trị CSPF được thể hiện rõ ở Hình 2.



Hình 1. CSPF của máy điều hòa có năng suất lạnh 12.000 BTU/h (3,5 kW)

Ở Hình 1, CSPF các mẫu máy 12.000 BTU/h do nhà sản xuất công bố phần lớn đều cao hơn so với tính toán theo TCVN 10273-1:2013, ngoại trừ 4 mẫu gồm A1-35S, B2-35U và B1-35E có sai lệch rất thấp (khoảng $\pm 4\%$) và mẫu K-12C có giá trị cao hơn lên đến gần 67%. Điều này được lí giải là do công suất điện nửa tải P_{haf} bằng 50% công suất

điện ở chế độ đầy tải P_{ful} khi tính theo TCVN 10273-1:2013, còn với tính toán của Hãng sản xuất, giá trị của P_{haf} xấp xỉ 1/3 giá trị của P_{ful} . Mẫu K-12C có CSPF cao hơn rất nhiều so với công bố từ Nhà sản xuất là do năng suất lạnh nhỏ nhất cao hơn rất nhiều so với nhiều mẫu điều hoà cùng năng suất danh định khiến hiệu suất tổng thể tăng lên.



Hình 2. Sai lệch CSPF theo tính toán cho máy điều hòa năng suất lạnh 12.000 BTU/h.

Trong đó:

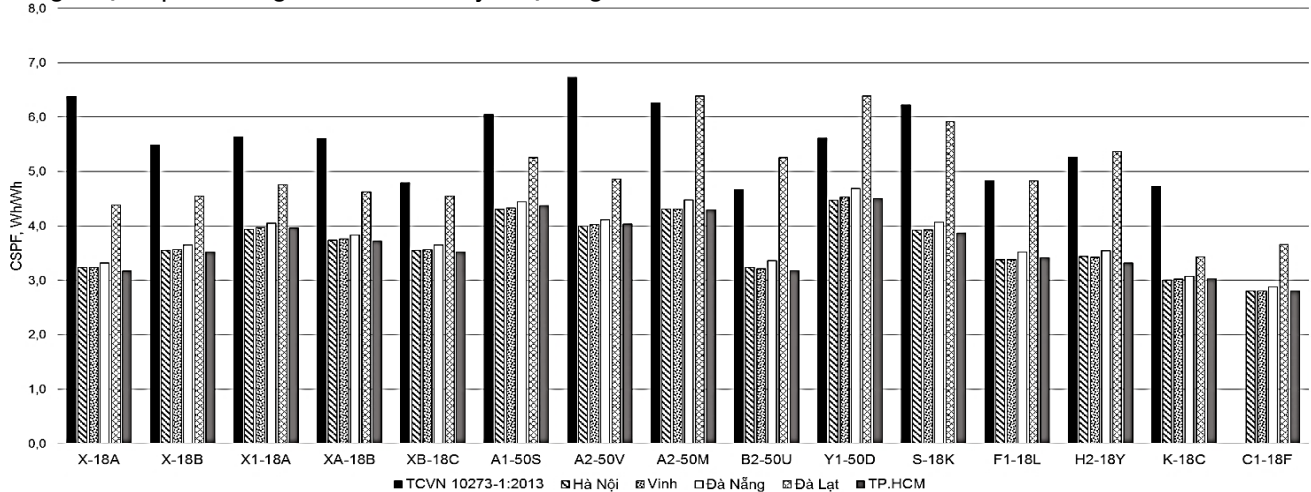
- Δ : Chênh lệch CSPF giữa TCVN 10273-1:2013 và Nhà sản xuất (NSX), %
- δ : Chênh lệch CSPF giữa bin nhiệt độ tại Hà Nội (HN) và TCVN 10273-1:2013, %

$$\Delta = \frac{CSPF_{TCVN} - CSPF_{NSX}}{CSPF_{NSX}} \cdot 100\% \quad (6)$$

$$\delta = \frac{CSPF_{HN} - CSPF_{TCVN}}{CSPF_{TCVN}} \cdot 100\% \quad (7)$$

Tương tự, khi so sánh giữa tính theo bin nhiệt độ của Hà Nội và của TCVN 10273-1:2013 ở Hình 2, có giá trị CSPF của tất cả các mẫu máy đều giảm với giá trị thấp nhất là gần 6%. Điều này được lí giải

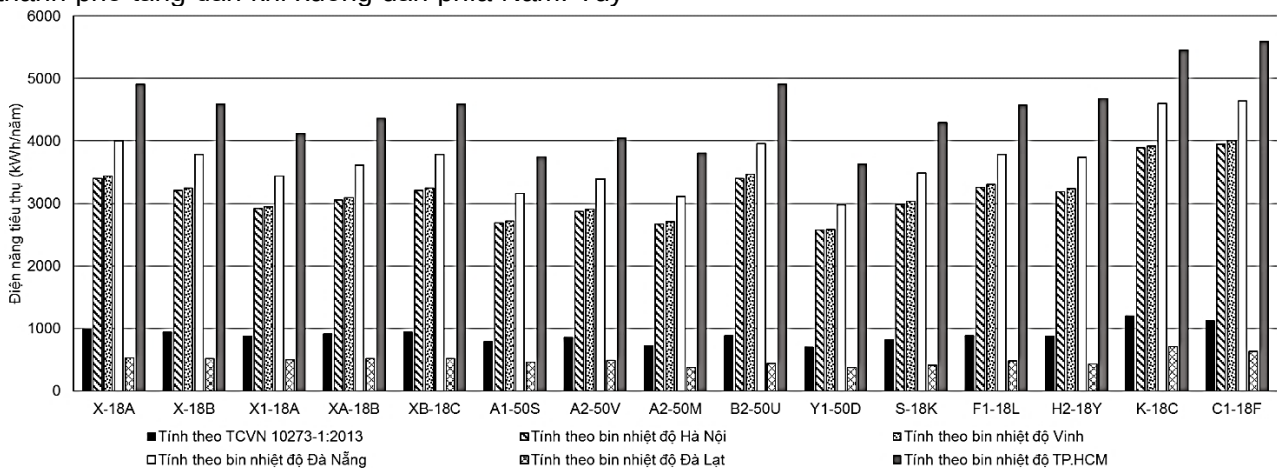
là do bin nhiệt độ mới được xây dựng theo dữ liệu thời tiết của vùng khí hậu Nhiệt đới – nơi có nhiệt độ cao hơn, dẫn đến giá trị trong bin nhiệt độ đều cao hơn rất nhiều so với ở trong TCVN 10273-1:2013.



Hình 3. CSPF tính theo bin nhiệt độ TCVN và các thành phố tại Việt Nam cho dòng máy 18.000 BTU/h (5 kW)

CSPF và điện năng tiêu thụ trong năm tính theo TCVN 10273-1:2013 và 5 tỉnh/thành phố được thể hiện ở Hình 3 và Hình 4. Có thể thấy giá trị CSPF ở Hà Nội, Vinh, Đà Nẵng và TP.HCM đều thấp hơn khá nhiều so với tính theo TCVN 10273-1:2013, còn điện năng tiêu thụ của 4 thành phố đều cao hơn so với Tiêu chuẩn. Điện năng tiêu thụ của 4 thành phố tăng dần khi xuống dần phía Nam. Tuy

nhiên, điều đáng chú ý ở đây là CSPF và điện năng tiêu thụ ở Đà Lạt khác biệt so với 4 thành phố kể trên và cũng thấp hơn so với TCVN. Nguyên nhân là do khí hậu của Đà Lạt gần giống với của vùng ôn đới nên CSPF ở đây cao hơn rất nhiều và có điện năng tiêu thụ rất thấp so với Hà Nội, Đà Nẵng và TP.HCM.



Hình 4. Điện năng tiêu thụ tính theo TCVN 10273-1:2013 và 3 tỉnh/thành phố tại Việt Nam của dòng máy 18.000 BTU/h (5 kW)

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Tính toán hiệu suất năng lượng và điện năng tiêu thụ cho điều hoà biến tần gia dụng với năng suất lạnh từ 9.000 BTU/h đến 24.000 BTU/h trong điều kiện khí hậu Việt Nam đã được thực hiện trong nghiên cứu này. Bin nhiệt độ của 10 tỉnh/thành phố gồm Hà Giang, Hà Nội, Quảng Ninh,

Vinh, Đà Nẵng, Nha Trang, Buôn Ma Thuột, Đà Lạt, TP.HCM và Cần Thơ dựa trên QCVN 02:2009/BXD đã được thiết lập, đồng thời là đại diện cho các vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam. Kết quả tính toán đã cho thấy sự chênh lệch giá trị hiệu quả làm lạnh toàn mùa lên tới 37,5% giữa tính theo TCVN 10273-1:2013, bin nhiệt độ mới và công bố của nhà

sản xuất. Ảnh hưởng của các vùng khí hậu khác nhau tới hiệu suất năng lượng và điện năng tiêu thụ toàn mùa cũng được tính tới trong nghiên cứu này. Điện năng tiêu thụ tính theo bin nhiệt độ mới cao hơn rất nhiều so với tính theo TCVN 10273-1:2013 do sự khác biệt về vùng khí hậu phản ánh. Điều này khẳng định bin nhiệt độ của Tiêu chuẩn chưa

thực sự phù hợp để đánh giá và kiểm định hiệu quả năng lượng của điều hoà không khí tại Việt Nam. Vì vậy việc nâng cấp, cập nhật dữ liệu thời tiết trong TCVN 10273-1:2013 và QCVN 02:2009/BXD là thực sự cần thiết để đánh giá một cách chính xác hiệu suất năng lượng, điện năng tiêu thụ cho dòng máy điều hoà không khí biến tần.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News (JARN), Special Issues on World Air Conditioner Market - 2021 Update, 25 January 2021.
- [2] Báo Tuổi trẻ. Từ 2021, mỗi năm Việt Nam sẽ thiếu hàng tỉ kWh điện, 2019. [Online]: <https://tuoitre.vn/tu-2021-moi-nam-viet-nam-se-thieu-hang-ti-kwh-dien-20191109084941987.htm>.
- [3] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10273-1:2013 (ISO 16358-1:2013), Máy Điều hoà không khí giải nhiệt gió và bơm nhiệt gió-gió - Phương pháp thử và tính toán các hệ số hiệu quả mùa - Phần 1: Hệ số hiệu quả mùa làm lạnh, Hà Nội, 2013.
- [4] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7830:2015, Máy Điều hoà không khí không ống gió - Hiệu suất năng lượng, Hà Nội, 2015.
- [5] Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 02:2009/BXD, Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong Xây dựng, Hà Nội, 2009.
- [6] Trịnh Quốc Dũng, Nguyễn Quang Hường, Vũ Tuấn Anh và Nguyễn Việt Dũng, Nghiên cứu tính toán điện năng tiêu thụ của máy điều hoà không khí dân dụng theo phương pháp bin nhiệt độ trong điều kiện Việt Nam, Tạp chí Năng lượng Nhiệt, số 144, 2018.
- [7] Cung Đức Huy, Tính toán và đánh giá hiệu suất năng lượng của điều hoà một chiều gia dụng sử dụng công nghệ biến tần, Đồ án tốt nghiệp, Đại học Bách khoa Hà Nội, Hà Nội, 2021.

CALCULATION COOLING SEASONAL ENERGY EFFICIENCY AND POWER CONSUMPTION HOUSEHOLD INVERTER AIR CONDITIONER IN VIETNAMESE CLIMATIC CONDITIONS

Trinh Quoc Dung*, Nguyen Viet Dung, Vu Tuan Anh, Cung Duc Huy
School of Heat Engineering and Refrigeration – Hanoi University of Science and Technology

Email: dung.trinhquoc@hust.edu.vn

ABSTRACT: This paper presented the calculation of energy efficiency and power consumption for household air conditioner with inverter technology using bin method in Vietnamese climatic conditions. The data of 53 air-cooled air conditioner models in Vietnamese market with nominal cooling capacity from 9000 to 24000 BTU/hr ($2,6 \div 7,1$ kW) were used in this study. Based on National Standard TCVN 10273-1:2013 and National Regulation QCVN 02:2009/BXD, the cooling seasonal energy efficiency and power consumption were computed for 10 cities/provinces, these cities/provinces represented different climatic zones in Vietnam. The results were shown that there are quite large deviations between energy efficiency (CSPF) and annual power consumption (C_{cse}) from National Standard, National Regulation and manufacturers publish data. The impact of Vietnamese climatic zones on power consumption was also reviewed in this study. Furthermore, the paper suggested upgrading the National Standard and Regulation for inverter air conditioner to evaluate accurately their energy efficiency in Vietnamese climatic conditions.