

Ảnh hưởng góc nghiêng cửa gió ngoài đến hiệu quả làm việc của dàn nóng điều hòa không khí trong các tòa nhà chung cư cao tầng

Nguyễn Văn Hạp^{1,2,*}, Nguyễn Minh Phú³



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Bộ môn Công Nghệ Nhiệt Lạnh, Khoa Cơ Khí, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM, 268 Lý Thường Kiệt, Phường 14, Quận 10, TP.HCM

²Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

³Khoa Kỹ Thuật Nhiệt Lạnh, Đại học Công Nghiệp TP.HCM

Liên hệ

Nguyễn Văn Hạp, Bộ môn Công Nghệ Nhiệt Lạnh, Khoa Cơ Khí, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM, 268 Lý Thường Kiệt, Phường 14, Quận 10, TP.HCM

Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

Email: nguyenvanhap@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 12-3-2022
- Ngày chấp nhận: 16-9-2022
- Ngày đăng: 30-9-2022

DOI: 10.32508/stdjet.v5i3.970



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



TÓM TẮT

Điều hòa không khí loại 2 mảng được sử dụng rộng rãi ở các chung cư cao tầng trong đô thị đông đúc, đặc biệt là khu vực thành phố Hồ Chí Minh, bởi vì tính tiện dụng của nó. Do bị giới hạn không gian trong các chung cư, việc lắp đặt các dàn nóng không đúng quy chuẩn kỹ thuật sẽ ảnh hưởng đến hiệu quả làm việc của hệ thống máy lạnh và tính thẩm mỹ của khu chung cư. Mục đích của nghiên cứu này là xây dựng mô hình phòng kỹ thuật lắp đặt các dàn nóng máy lạnh hiệu quả và được đánh giá thông qua góc nghiêng cửa gió ngoài. Phương pháp mô phỏng động lực học chất lưu (CFD) được sử dụng thông qua phần mềm Ansys Fluent nhằm xác định nhiệt độ không khí vào các dàn nóng và giá trị COP ứng với các góc nghiêng cửa gió ngoài lần lượt là 0°, 10°, 20°, 30° và 40°. Kết quả thu được từ các quá trình mô phỏng chỉ ra rằng khi tăng góc nghiêng cửa gió ngoài dẫn đến nhiệt độ không khí vào dàn nóng tăng làm COP giảm. Nhiệt độ trung bình không khí vào các dàn nóng thay đổi không đáng kể khi tăng góc nghiêng từ 0° đến 30°. Khi góc nghiêng lớn hơn 30° thì nhiệt độ vào các dàn nóng vượt qua giá trị hoạt động cho phép là 48°C. Để đảm bảo hiệu quả làm việc của hệ thống máy lạnh 2 mảng, cửa gió ngoài được điều chỉnh với góc nghiêng càng nhỏ càng tốt và bị giới hạn ở giá trị khoảng 30°.

Từ khóa: Ứng dụng mô phỏng số, Điều hòa không khí 2 mảng, Hiệu quả năng lượng, Lắp đặt dàn nóng

GIỚI THIỆU

Điều hòa không khí cục bộ dạng tách (2 mảng) được sử dụng rộng rãi trên thế giới ngày nay. Riêng ở Việt Nam, hệ thống điều hòa không khí dạng này rất phổ biến trong các văn phòng làm việc, các căn hộ chung cư cho đến các nhà phố, quán ăn... Ưu điểm nổi bật của các hệ thống điều hòa không khí dạng này là giá thành rẻ, lắp đặt và vận hành đơn giản. Do giới hạn khoảng cách giữa dàn lạnh và dàn nóng không được lớn nên dàn nóng thường được lắp đặt gắn với không gian cần làm lạnh. Do đó, việc lắp đặt dàn nóng lộ thiên ra bên ngoài dẫn đến tính thẩm mỹ tòa nhà bị giảm, đặc biệt khu mặt tiền của các tòa nhà thương mại hay chung cư như được thể hiện trong Hình 1. Lắp đặt không đúng qui chuẩn các dàn nóng này bên cạnh giảm tính thẩm mỹ của tòa nhà còn làm giảm hiệu quả làm việc của máy lạnh.

Công cụ mô phỏng động lực học chất lưu (CFD) được sử dụng rộng rãi trong các ngành khoa học công nghệ. Mô phỏng CFD giúp rút ngắn đáng kể thời gian từ khâu xây dựng mô hình nghiên cứu đến sản phẩm cuối cùng của một sản phẩm công nghiệp. Bên cạnh đó, CFD giúp giảm phần lớn chi phí nghiên cứu so với xây dựng mô hình thực nghiệm. Ngày nay, công cụ mô phỏng CFD được xây dựng trên các thuật toán

có độ chính xác cao và được ứng dụng phổ biến trong các ngành công nghiệp như nghiên cứu thiết bị trao đổi nhiệt, turbine, năng lượng tái tạo, công nghiệp xử lý thép, nghiên cứu nâng cao giá trị gia tăng các sản phẩm nông nghiệp, thông gió và điều hòa không khí²⁻⁹. Sử dụng mô phỏng CFD để xác định hiệu quả làm việc của các dàn nóng đã được thực hiện bởi nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới. Nada và Said¹⁰ thực hiện nghiên cứu mô phỏng lắp đặt 12 dàn nóng cho 6 tầng trong trục thông gió giữa của các tòa nhà. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng trong trường hợp đây của trục thông gió mở dẫn đến nhiệt độ hút vào các dàn nóng thấp hơn so với trường hợp đóng. Trong 3 phương án lắp đặt dàn nóng thì phương án 2 sẽ có COP cao nhất. Avara và Daneshgar¹¹ thực hiện nghiên cứu mô phỏng xác định vị trí lắp đặt tối ưu của dàn nóng so với các tường xung quanh trong trường hợp dàn nóng lắp trên mái nhà và giữa 2 bức tường. Lắp đặt dàn nóng không đảm bảo tiêu chuẩn dẫn đến nhiệt độ không khí môi trường xung quanh dàn nóng tăng lên. Nhiệt độ ngưng tụ phụ thuộc chặt chẽ vào nhiệt độ môi trường xung quanh nó. Lắp đặt dàn nóng không thoáng gió hay lắp trên mái nhà bằng tôn chịu ảnh hưởng trực tiếp bức xạ mặt trời cũng dẫn đến tăng nhiệt độ môi trường. Chow và công sự^{12,13} thực

Trích dẫn bài báo này: Hạp N V, Phú N M. Ảnh hưởng góc nghiêng cửa gió ngoài đến hiệu quả làm việc của dàn nóng điều hòa không khí trong các tòa nhà chung cư cao tầng. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 5(3):1586-1595.



Hình 1: Lắp đặt dàn nóng điều hòa không khí của một số tòa nhà cao tầng¹

hiện nghiên cứu mô phỏng sử dụng dàn nóng điều hòa dạng 2 mảng lắp đặt trong các chung cư cao tầng ở Hong Kong. Dựa vào chỉ số hiệu quả năng lượng, họ phát hiện ra rằng cấu trúc thông tầng dọc trục chung cư hình chữ T có hiệu quả thông gió tốt nhất, trong khi đó cấu trúc hình chữ I có hiệu quả thông gió kém nhất.

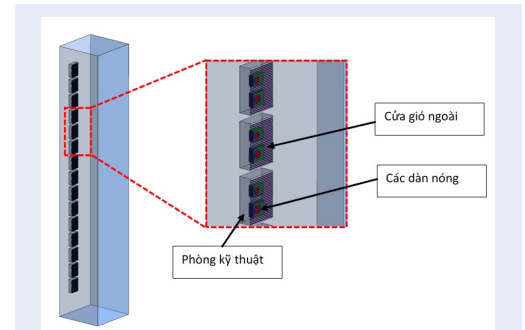
Đặc điểm cấu trúc chung cư cao tầng trong các đô thị đông đúc rất khác nhau phụ thuộc vào điều kiện kinh tế dân cư và phong tục tập quán của từng vùng miền và quốc gia. Để đảm bảo tính thẩm mỹ và kỹ thuật khi sử dụng điều hòa không khí dạng 2 mảng trong các chung cư cao tầng, giải pháp lắp đặt các dàn nóng trong phòng kỹ thuật kết hợp với sử dụng cửa gió ngoài được đề xuất đưa ra trong bài báo này. Mục tiêu chính của nghiên cứu này là đánh giá hiệu quả làm việc của các dàn nóng tương ứng với các thay đổi góc nghiêng cửa gió ngoài.

MÔ HÌNH TÍNH TOÁN VÀ PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG ĐỘNG LỰC HỌC LƯU CHẤT

Mô hình vật lý lắp đặt các dàn nóng điều hòa không khí

Đặt điểm của các chung cư ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh là thuộc loại cao tầng nhưng có diện tích nhỏ dẫn đến khu vực để lắp các dàn nóng điều hòa không khí tương đối hạn hẹp. Số phòng trong mỗi căn hộ dao động từ 1 đến 3 phòng, chúng được bố trí trên cùng một sàn duy nhất nên khoảng cách giữa các phòng gần nhau. Việc bố trí các dàn nóng có thể được bố trí cùng 1 khu vực riêng biệt.

Để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và tính thẩm mỹ khi lắp đặt các dàn nóng cho các tòa nhà mới hay cải tạo cho các tòa nhà cũ, trong phạm vi nghiên cứu này chúng tôi đưa ra phương án lắp đặt các dàn nóng trong phòng kỹ thuật có mặt thông với bên ngoài. Tại mặt thông ra ngoài của phòng kỹ thuật được lắp các cửa gió ngoài để tránh ánh nắng mặt trời cũng như tránh nước mưa xâm nhập vào trong.



Hình 2: Mô hình vật lý lắp đặt các dàn nóng cho chung cư 15 tầng

Phòng kỹ thuật lắp đặt các dàn nóng dự kiến được áp dụng cho mỗi căn hộ của toàn nhà. Phòng có kích thước giới hạn được lắp đặt 2 dàn nóng. Trong đó 1 dàn nóng thuộc loại máy lạnh thuộc dòng “Single” và 1 dàn nóng còn lại thuộc loại “Multi”. Mặt ngoài của phòng kỹ thuật sẽ thông ra không gian ngoài trời và được lắp các cửa gió ngoài. Các dàn nóng được lắp đặt cho khu chung cư cao tầng với số tầng là 15 như được thể hiện trong Hình 2. Phòng kỹ thuật có kích thước 2200x750x2900mm. Hai dàn nóng được lắp đặt theo trục đứng của tòa nhà, các tấm chớp gió của cửa gió ngoài có thể điều chỉnh để thay đổi góc nghiêng phù hợp với từng trường hợp cụ thể. Khi ở chế độ hoạt động, quạt của các dàn nóng sẽ thổi không khí nóng ra ngoài môi trường thông qua các chớp gió. Bên cạnh đó, các dàn nóng hút không khí bên ngoài vào cũng thông qua cửa gió này.

Mô hình toán học mô phỏng động lực học lưu chất

Mô hình toán học sử dụng trong các mô phỏng động lực học lưu chất trong nghiên cứu này là gồm hệ 3 phương trình bảo toàn khối lượng, bảo toàn động lượng và bảo toàn năng lượng^{2,3}:

Phương trình bảo toàn khối lượng:

$$V \cdot (\rho \vec{u}) = 0 \tag{1}$$

Phương trình bảo toàn động lượng:

$$\begin{aligned} \nabla \cdot (\rho \vec{u} \vec{u}) &= -\nabla p + \\ \nabla \cdot (\mu + \mu_T) \left[(\nabla \vec{u} + \nabla \vec{u}^T) - \frac{2}{3} \vec{u} I \right] &+ \rho g \end{aligned} \tag{2}$$

Phương trình bảo toàn năng lượng:

$$\rho c_p (\vec{u} \cdot \nabla) T = \rho \dot{q} + k \nabla^2 T + \varnothing \tag{3}$$

Trong đó,

$$\varnothing = \mu \left[\nabla \underline{\mu} + \left(\nabla \underline{\mu} \right)^T \right] : \nabla \underline{\mu} \tag{4}$$

Phương trình mô hình dòng chảy rối k-ε:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_T}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k - \rho \varepsilon \tag{5}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho \varepsilon u_i) &= \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_T}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] \\ + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} G_k - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} \end{aligned} \tag{6}$$

$$\mu_T = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon} \tag{7}$$

$$G_k = -\rho \underline{u}'_i \underline{u}'_j \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \tag{8}$$

Trong đó:

\vec{u} : vector vận tốc

T: nhiệt độ

\dot{q} : mật độ dòng nhiệt

ρ : khối lượng riêng

c_p : nhiệt dung riêng

g: gia tốc trọng trường

μ : độ nhớt động lực học

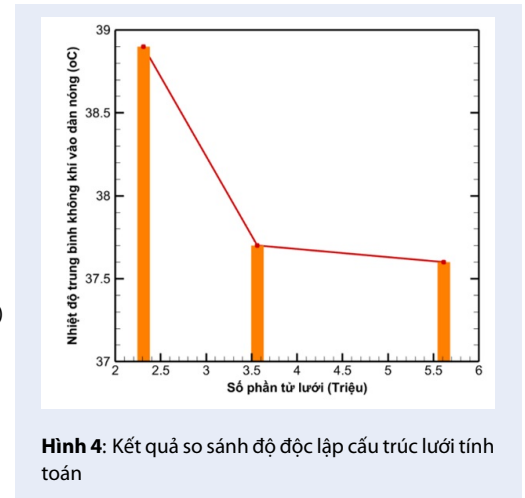
k: động năng rối (the turbulent kinetic energy)

ε: tiêu tán năng lượng rối (the turbulent dissipation rate)

Các hằng số phương trình: $C_m = 0,09$; $C_1 = 1,44$; $C_2 = 1,92$

Phương pháp khối hữu hạn (FVM) được sử dụng để phân rã hệ phương trình cơ bản cũng như hệ phương trình dòng chảy rối áp dụng cho lưu chất không chịu nén và ở chế độ ổn định. Các tính toán mô phỏng được thực hiện thông qua phần mềm Ansys Fluent ver.2020, bản quyền thuộc phiên bản phục vụ học thuật. Thuật toán SIMPLE được chọn xác định quan hệ tương hỗ giữa áp suất và vận tốc. Trong khi đó, để tăng độ chính xác cho thành phần đối lưu thì phương pháp rời rạc hóa “Second Order Upwind” được áp dụng. Độ hội tụ của các phép tính được chọn là 10^{-4} cho các phương trình liên tục, động

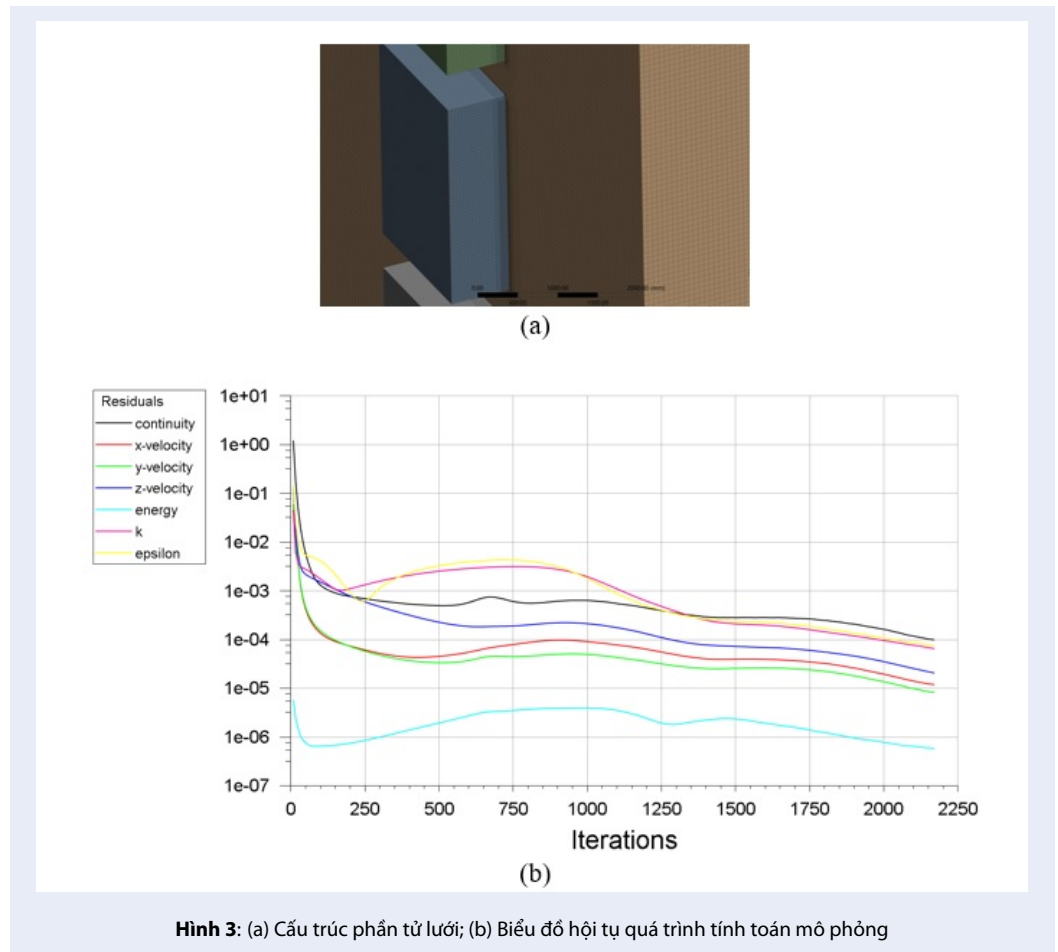
lượng và phương trình chảy rối, trong khi đó, đối với phương trình năng lượng thì độ hội tụ được chọn là 10^{-6} . Các mô phỏng trong nghiên cứu này bỏ qua ảnh hưởng của vận tốc không khí môi trường xung quanh. Tài nguyên máy tính được dùng trong tính toán mô phỏng trong nghiên cứu này là: Workstation 2xCPU Intel Xeon E5-2678 v3; RAM 32GB; NVIDIA Quadro 4GB.



Hình 4: Kết quả so sánh độ độc lập cấu trúc lưới tính toán

Kiểm tra độ độc lập của cấu trúc lưới và kiểm chứng mô hình tính toán mô phỏng

Trước khi thực hiện các tính toán mô phỏng thì độ độc lập của cấu trúc lưới cần được thực hiện để thu được độ chính xác của các kết quả mô phỏng số mà vẫn đảm bảo tiết kiệm thời gian và tài nguyên máy tính cho các lần tính toán. Nhiệt độ trung bình của không khí vào các dàn nóng được sử dụng để kiểm tra độ độc lập của lưới trong trường hợp của số ngoài có góc nghiêng 10° . Ansys Meshing được sử dụng để thực hiện việc thiết lập hình dạng các phần tử lưới. Để giảm thời gian tính toán cũng như tăng độ chính xác của mỗi phép tính thì lưới cấu trúc hộp chữ nhật và tứ diện được sử dụng, trong đó loại cấu trúc hình hộp chữ nhật chiếm đa số, như được thể hiện trong Hình 3(a). Nhiệt độ môi trường 37°C , áp suất khí quyển được áp dụng như các điều kiện biên ở khoảng cách 10m từ các dàn nóng. Kết quả hội tụ của quá trình tính toán mô phỏng được thể hiện trong Hình 3(b). Hình 4 thể hiện kết quả tính toán nhiệt độ trung bình không khí vào các dàn nóng với 3 trường hợp phần tử lưới là 2.315.796, 3.562.462 và 5.723.464. Như chúng ta nhận thấy, nhiệt độ trung bình không khí sẽ giảm theo sự gia tăng số lưới tính toán, khi số phần tử lưới tính toán tăng từ 3.562.462 đến 5.613.464 nhiệt độ không khí thay đổi tương ứng chỉ 0,26%. Do



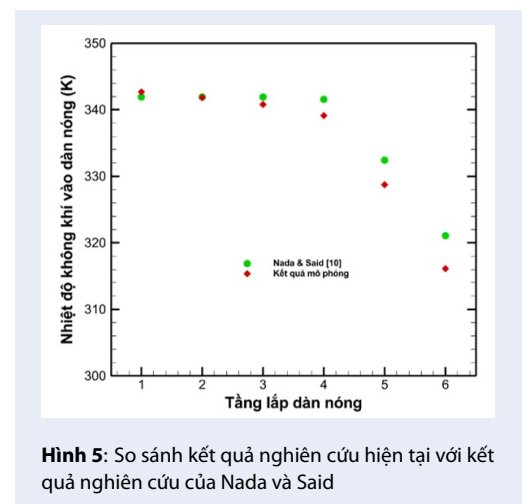
Hình 3: (a) Cấu trúc phần tử lưới; (b) Biểu đồ hội tụ quá trình tính toán mô phỏng

đó, mật độ lưới trong trường hợp với 3.562.462 phần tử được sử dụng cho các tính toán trong nghiên cứu này.

Hình 5 biểu thị các kết quả so sánh của nghiên cứu này với kết quả mô phỏng của nhóm tác giả Nada và Said¹⁰. Trong mô hình nghiên cứu đối chứng này, mô hình là khu thông tầng của một chung cư với 6 tầng, tầng thấp nhất là tầng trệt và phía tầng 6 được thông ra môi trường bên ngoài. Mỗi tầng được lắp 2 dàn nóng. Từ Hình 5, chúng ta có thể thấy rằng kết quả thu được từ mô hình nghiên cứu sai lệch khoảng 1,6% tương ứng ở tầng thứ 6 so với mô hình của Nada và Said¹⁰. Do đó, kết quả mô phỏng có sự tương quan rất tốt với mô hình đối chứng. Vì vậy, mô hình mô phỏng được sử dụng trong các nghiên cứu này.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Quá trình chạy mô phỏng CFD được thực hiện cho mô hình với các góc nghiêng cửa gió ngoài lần lượt là 0°, 10°, 20°, 30° và 40°. Các dàn nóng được chọn theo danh mục sản phẩm của thương hiệu máy lạnh LG¹⁴. Năng suất giải nhiệt của dàn nóng loại Single và Multi



Hình 5: So sánh kết quả nghiên cứu hiện tại với kết quả nghiên cứu của Nada và Said

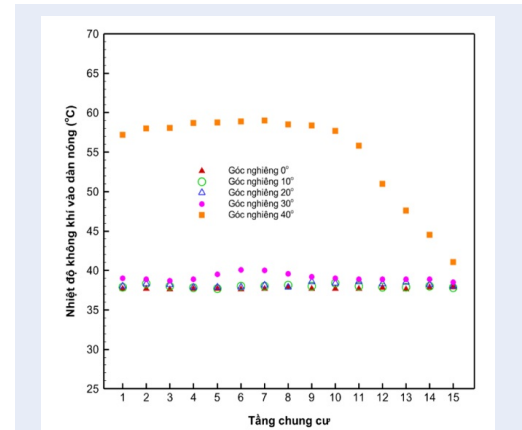
lần lượt là 6,2 kW và 8,6 kW, các thông số kỹ thuật của 2 loại dàn nóng được trình bày trong Bảng 1. Nhiệt độ môi trường bên ngoài khu vực thành phố Hồ Chí Minh được sử dụng cho các tính toán trong nghiên

cứu này là 37°C. Các mô phỏng nhằm xác định được phân bố trường nhiệt độ không khí trong phòng kỹ thuật lắp đặt dàn nóng cho mỗi tầng cũng như trường vector vận tốc không khí vào và ra khỏi, dàn nóng qua đó đánh giá được các phương án lắp đặt điều hòa không khí thích hợp cho các chung cư cao tầng bị giới hạn bởi diện tích sàn.

Hình 6 và Hình 7 trình bày trường nhiệt độ của không khí ở mặt cắt dọc trục và ở mặt cắt ngang tầng thứ 10 của chung cư với các góc nghiêng của cửa gió ngoài khác nhau từ 0° đến 40°. Như được thể hiện trong Hình 6, không khí nóng sau khi nhận nhiệt lượng từ bộ trao đổi nhiệt của các dàn nóng sẽ được quạt thổi ra môi trường bên ngoài. Ở góc nghiêng 0°, không khí nóng được thổi thẳng ra phía xa bên ngoài so với dàn nóng. Khi góc nghiêng tăng lên, dòng không khí nóng được thổi ra bị điều hướng cong xuống dưới theo biên dạng góc của cánh hướng dòng. Khi góc nghiêng của gió ngoài tăng lên dẫn đến nhiệt độ không khí thổi ra từ các dàn nóng cũng tăng theo. Khoảng thổi xa của dòng khí so với dàn nóng thì tỷ lệ nghịch với độ tăng của góc nghiêng cánh hướng dòng như thể hiện trong Hình 7. Khi ở góc nghiêng 40°, không khí nóng có nhiệt độ lớn hơn 48°C thổi ra từ quạt dàn nóng rất khó để thoát ra môi trường bên ngoài, tương ứng với vùng có màu đỏ trong Hình 7(e). Khi gió thổi từ các dàn nóng điều hòa không khí không được lưu thông tốt sẽ bị hút trở lại làm cho nhiệt độ ngưng tụ tăng lên dẫn đến giảm hiệu quả làm việc của hệ thống máy lạnh.

Các dòng streamline không khí thổi ra từ quạt dàn nóng từ phòng kỹ thuật của 15 tầng chung cư được trình bày trên Hình 8. Dòng streamline thẳng dẫn đến việc giải nhiệt từ dàn nóng sẽ tốt và ngược lại. Độ lớn vận tốc không khí ra khỏi dàn nóng gần như nhau trong 5 trường hợp góc nghiêng cánh hướng dòng của cửa gió ngoài nhưng phân bố quỹ đạo dòng khí rất khác nhau. Streamline của dòng khí gần như quay lại phòng kỹ thuật trong trường hợp góc nghiêng 40°. Dòng không khí sẽ bị hút trở lại phòng kỹ thuật bởi các dàn nóng khi góc nghiêng cánh hướng dòng đủ lớn, làm cho không khí thổi trong phòng kỹ thuật tăng lên kéo theo nhiệt độ vào các dàn nóng cũng tăng lên. Trường vector trong Hình 9 được thể hiện trên mặt cắt dọc trục chung cư ở tầng thứ 9 và 10. Như được biểu diễn trong hình này, dòng không khí nóng thổi ra bị hút trở lại dàn nóng, đặc biệt là khu vực cánh hướng dòng phía dưới mỗi dàn nóng khi góc nghiêng tăng lên.

Nhiệt độ trung bình không khí vào các dàn nóng của mỗi tầng được thể hiện trên Hình 10. Trong trường hợp góc nghiêng của cửa gió ngoài 0°, 10° và 20°, nhiệt độ không khí hút vào các dàn nóng có xu hướng không



Hình 10: Nhiệt độ trung bình không khí vào dàn nóng

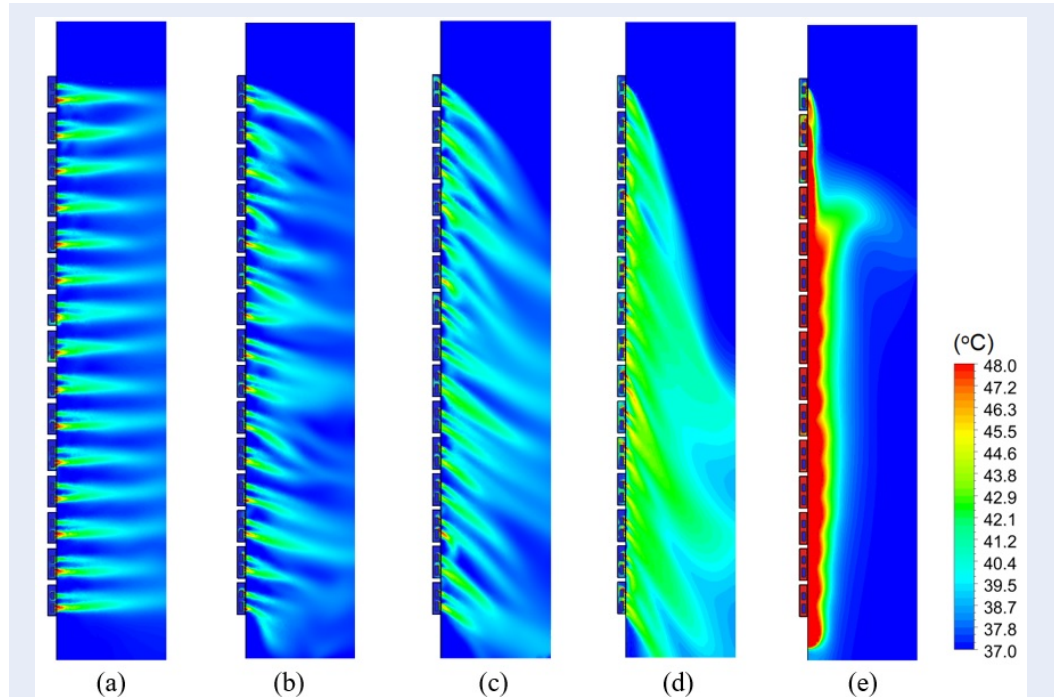
thay đổi từ tầng 1 đến tầng 15. Độ tăng nhiệt độ lớn nhất so với nhiệt độ môi trường trong các trường hợp này là chỉ khoảng 1,5°C. Khi góc nghiêng của cửa gió ngoài tăng lên 30° thì chênh lệch nhiệt độ lớn nhất so với nhiệt độ môi trường sẽ lên khoảng 3°C xảy ra ở tầng 6 và 7. Trong trường hợp góc nghiêng tăng lên 40° thì nhiệt độ hút vào các dàn nóng lớn hơn 48°C ngoại trừ tầng 13, 14 và 15. Khi nhiệt độ hút vào dàn nóng quá 48°C thì hệ thống điều hòa không khí không hoạt động¹⁴. Nhiệt độ không khí trong phòng kỹ thuật tăng dần theo chiều cao của chung cư nhưng từ tầng thứ 10 nhiệt độ này giảm dần đến tầng 15. Do góc nghiêng của cửa gió ngoài lớn kết hợp phía trên chung cư thông ra môi trường bên ngoài nên các tầng phía trên sẽ nhận được nhiều không khí tươi hơn.

COP của điều hòa không khí loại 2 mằng (tách) phụ thuộc vào điều kiện vận hành của chúng tức là nhiệt độ trong phòng điều hòa và nhiệt độ không khí vào dàn nóng. COP có thể được xác định theo nhà sản xuất thông qua hàm tương quan với 2 biến là nhiệt độ trong phòng điều hòa và nhiệt độ không khí vào dàn nóng. Ở nhiệt độ phòng điều hòa là 27°C, COP được tính bởi biểu thức^{12,13}:

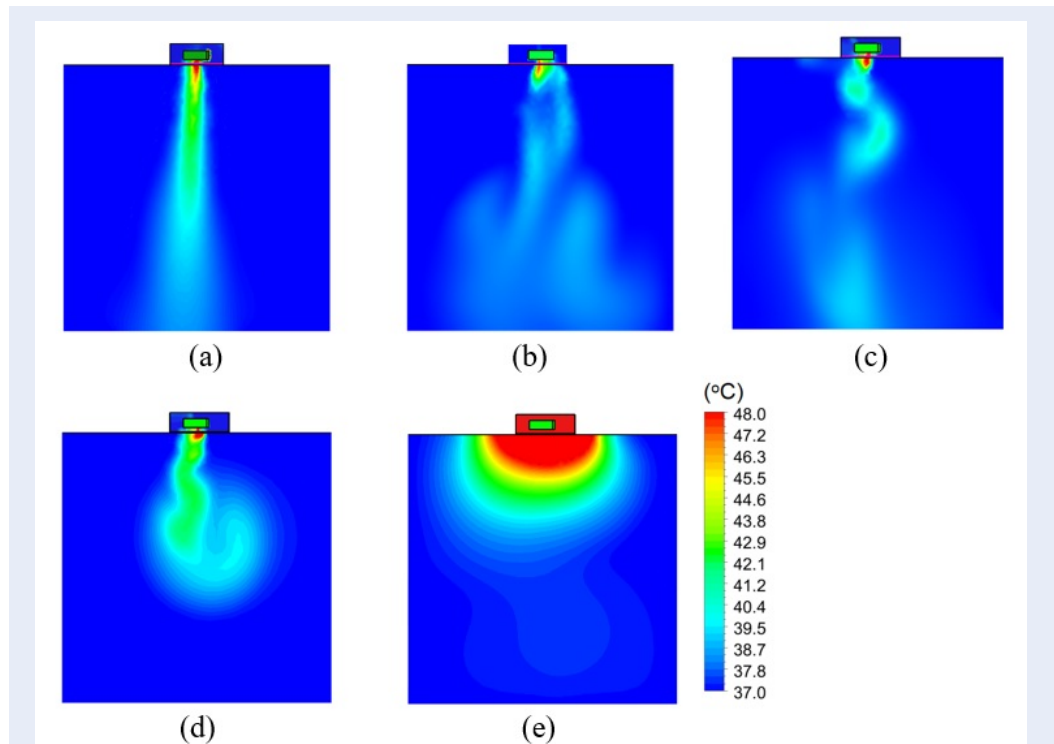
$$COP = 5,241 - 0,0742T_i \quad (9)$$

Trong đó T_i là nhiệt độ không khí vào dàn nóng.

Hình 11 trình bày hệ số hiệu quả COP trung bình của mỗi tầng chung cư ở 5 trường hợp góc nghiêng của cửa gió ngoài. COP trong trường hợp góc nghiêng 0°, 10° và 20° ít bị thay đổi theo chiều cao của chung cư và đạt giá trị khoảng 2,45. Mức giảm COP lớn nhất vào khoảng 7% so với cánh hướng dòng thẳng trong trường hợp cánh hướng dòng nghiêng 30°. Hiệu quả làm việc của điều hòa không khí giảm nhiều ở góc nghiêng 40°, nhiều tầng có COP dưới 1.



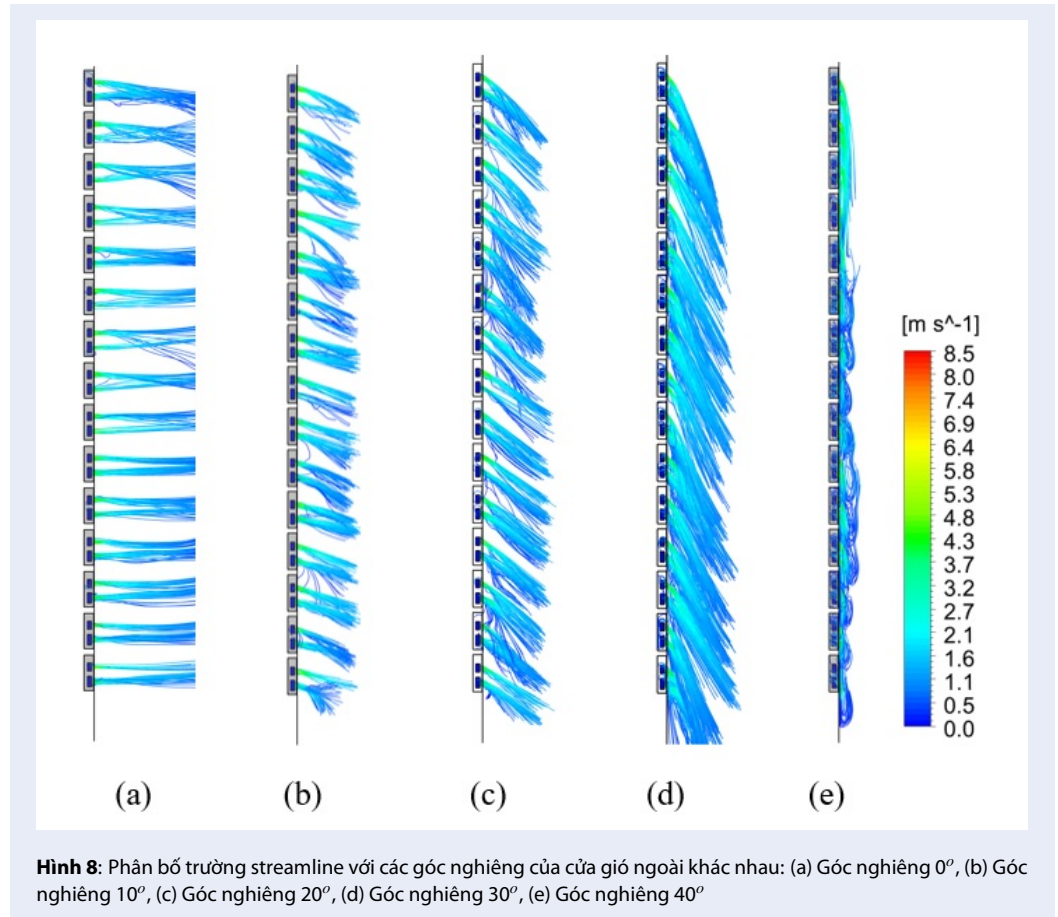
Hình 6: Phân bố trường nhiệt độ ở mặt cắt dọc của chung cư với các góc nghiêng của cửa gió ngoài khác nhau: (a) Góc nghiêng 0°, (b) Góc nghiêng 10°, (c) Góc nghiêng 20°, (d) Góc nghiêng 30°, (e) Góc nghiêng 40°



Hình 7: Phân bố trường nhiệt độ ở mặt cắt ngang của tầng 10 chung cư với các góc nghiêng của cửa gió ngoài khác nhau: (a) Góc nghiêng 0°, (b) Góc nghiêng 10°, (c) Góc nghiêng 20°, (d) Góc nghiêng 30°, (e) Góc nghiêng 40°

Bảng 1: Thông số kỹ thuật dàn nóng

| Số thứ tự | Năng suất, kW | Ký hiệu | Kích thước Dài x Rộng x Cao, mm | Môi chất |
|-----------|---------------|------------|------------------------------------|----------|
| 1 | 6,2 | MU3M19UE4 | 870x320x655 | R410A |
| 2 | 8,6 | A4UQ36GFDO | 970x330x834 | R410A |



Hình 8: Phân bố trường streamline với các góc nghiêng của cửa gió ngoài khác nhau: (a) Góc nghiêng 0°, (b) Góc nghiêng 10°, (c) Góc nghiêng 20°, (d) Góc nghiêng 30°, (e) Góc nghiêng 40°

Giá trị trung bình của COP và nhiệt độ không khí của tất cả các dàn nóng ứng với từng góc nghiêng cửa gió ngoài được biểu thị trên Hình 12. Nhiệt độ không khí tăng từ 37,7°C đến 39,1°C tương ứng góc nghiêng tăng từ 0° đến 30°. Trong khi đó nhiệt độ ở góc nghiêng 40° là gần 55°C, nhiệt độ này vượt quá nhiệt độ cho phép hoạt động của dàn nóng. Trong phạm vi góc nghiêng từ 0° đến 30°, góc nghiêng tăng 1° thì nhiệt độ không khí vào dàn nóng trung bình tăng gần 0,05°C. Trong khi đó với góc nghiêng lớn hơn 30°, mức tăng nhiệt độ tương ứng với tăng 1° góc nghiêng là 1,6°C.

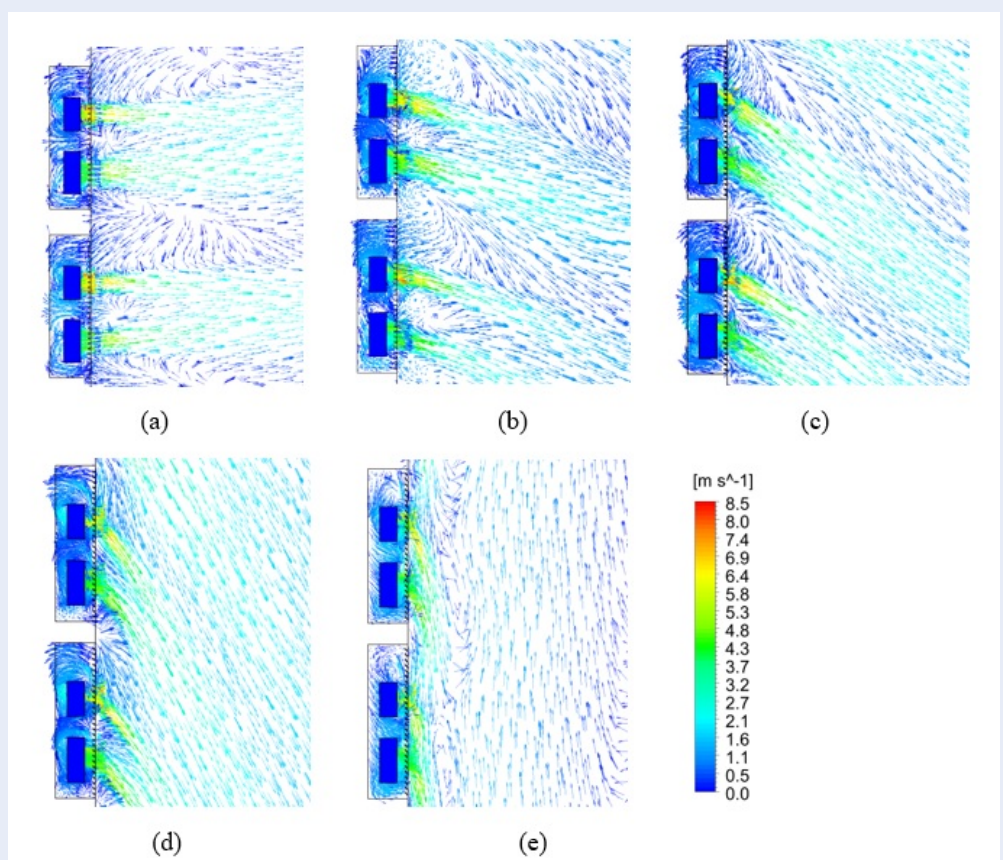
KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, phương pháp mô phỏng động lực học lưu chất CFD được dùng để thực hiện các

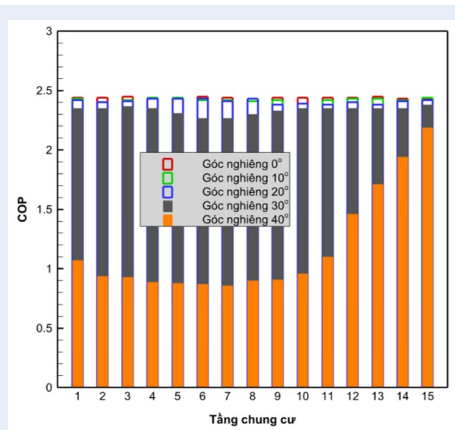
nghiên cứu ảnh hưởng của góc nghiêng cửa gió ngoài lên hiệu quả làm việc của các dàn nóng loại điều hòa không khí 2 màng. Các thông số kỹ thuật điều hòa không khí được sử dụng từ thương hiệu LG, Hàn Quốc. Kết quả mô phỏng từ các mô hình tính toán được rút ra như sau:

Góc nghiêng cánh hướng dòng cửa gió ngoài tăng lên dẫn đến nhiệt độ không khí vào các dàn nóng tăng theo làm cho COP của điều hòa không khí giảm.

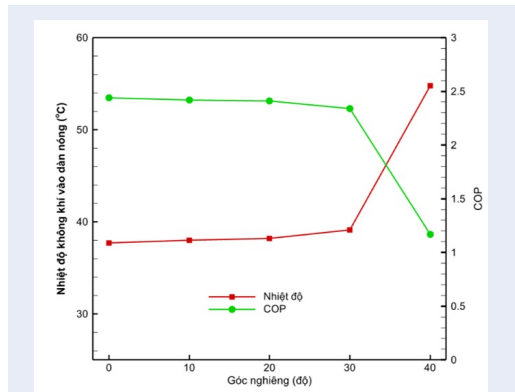
Trong phạm vi góc nghiêng từ 0° đến 30°, nhiệt độ trung bình vào dàn nóng tăng 0,05°C tương ứng với tăng 1° góc nghiêng. Khi góc nghiêng lớn hơn 30°, góc nghiêng tăng thêm 1° sẽ làm cho nhiệt độ vào dàn nóng tăng thêm 1,6°C và nhiệt độ vượt qua giá trị làm việc cho phép là 48°C.



Hình 9: Phân bố trường nhiệt độ ở mặt cắt ngang của tầng 10 chung cư với các góc nghiêng của cửa gió ngoài khác nhau: (a) Góc nghiêng 0°, (b) Góc nghiêng 10°, (c) Góc nghiêng 20°, (d) Góc nghiêng 30°, (e) Góc nghiêng 40°



Hình 11: COP trung bình của các dàn nóng



Hình 12: Nhiệt độ và COP trung bình theo góc nghiêng cửa gió ngoài

Như vậy, để vừa đảm bảo tính thẩm mỹ và hiệu quả kỹ thuật khi sử dụng điều hòa không khí dạng 2 mảng trong các chung cư cao tầng thì giải pháp lắp đặt các

dàn nóng trong phòng kỹ thuật kết hợp với sử dụng cửa gió ngoài được sử dụng. Góc nghiêng của gió ngoài được điều chỉnh với góc nghiêng càng nhỏ càng

tốt và bị giới hạn ở giá trị khoảng 30° .

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM trong khuôn khổ đề tài mã số T-CK-2020-67. Bên cạnh đó, nhóm tác giả cũng xin cảm ơn đến công ty LG Electronics, Hàn Quốc cho sự hỗ trợ kỹ thuật trong quá trình thực hiện nghiên cứu này.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo. Bản quyền phần mềm được sử dụng trong bài báo này thuộc phiên bản phục vụ học thuật.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Nguyễn Văn Hạp: đưa ra ý tưởng nghiên cứu, xây dựng mô hình, chạy chương trình và lấy kết quả, viết bài báo.

Nguyễn Minh Phú: đóng góp thảo luận, đọc và tìm hiểu mô hình, chạy chương trình và lấy kết quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Minh NQ. Mô hình nhà thụ động áp dụng cho chung cư cao tầng ở Việt Nam [internet]; 2019 Jun; Available from: <https://www.tapchikientruc.com.vn/chuyen-muc/mo-hinh-nha-thu-dong-ap-dung-cho-chung-cu-cao-tang-oviet-nam.html>.
2. Phu NM, Van Hap N. Performance evaluation of a solar air heater roughened with conic-curve profile ribs based on efficiencies and entropy generation. Arab J Sci Eng. 2020;45(11):9023-35; Available from: <https://doi.org/10.1007/s13369-020-04676-3>.
3. Ngo TT, Go J, Zhou T, Nguyen HV, Lee GS. Enhancement of exit flow uniformity by modifying the shape of a gas torch to obtain a uniform temperature distribution on a steel plate during preheating. Appl Sci. 2018;8(11):2197; Available from: <https://doi.org/10.3390/app8112197>.

4. Ngo TT, Zhou T, Go J, Nguyen HV, Lee GS. Improvement of the steel-plate temperature during preheating by using guide vanes to focus the flame at the outlet of a gas torch. Energies. 2019;12(5):869; Available from: <https://doi.org/10.3390/en12050869>.
5. Nguyen VH, Lee GS. Design and analysis of a radial turbine for ocean thermal energy conversion. Trans Korean Soc Mech Eng B. 2015;39(3):207-14; Available from: <https://doi.org/10.3795/KSME-B-2015.39.3.207>.
6. Nguyen HV, Nguyen TTM, Nguyen PM, Ngo TT. Computational fluid dynamics analysis for basement ventilation in case of a fire. J Adv Mar Eng Technol. 2020;44(4):333-7; Available from: <https://doi.org/10.5916/jamet.2020.44.4.333>.
7. Nguyen MP, Ngo TT, Le TD. Experimental and numerical investigation of transport phenomena and kinetics for convective shrimp drying. Case Stud Therm Eng. 2019;14:100465; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100465>.
8. Minh Phu N, Ba Thao P, Cong Truyen D. Heat and fluid flow characteristics of nanofluid in A channel baffled opposite to the heated wall. CFD Lett. 2021;13(1):33-44; Available from: <https://doi.org/10.37934/cfdl.13.1.3344>.
9. Phu NM, Tu NT, Hap NV. Thermohydraulic performance and entropy generation of a triple-pass solar air heater with three inlets. Energies. 2021;14(19):6399; Available from: <https://doi.org/10.3390/en14196399>.
10. Nada SA, Said MA. Performance and energy consumptions of split type air conditioning units for different arrangements of outdoor units in conPned building shafts. Appl Therm Eng. 2017;123:874-90; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.05.104>.
11. Avara A, Daneshgar E. Optimum placement of condensing units of split-type air-conditioners by numerical simulation. Energy Build. 2008;40(7):1268-72; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.11.011>.
12. Chow TT, Lin Z, Liu JP. Effect of condensing unit layout at building re-entrant on split-type air-conditioner performance. Energy Build. 2002;34(3):237-44; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(01\)00111-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(01)00111-6).
13. Chow TT, Lin Z, Yang XY. Placement of condensing units of split-type air-conditioners at low-rise residences. Appl Therm Eng. 2002;22(13):1431-44; Available from: [https://doi.org/10.1016/S1359-4311\(02\)00068-6](https://doi.org/10.1016/S1359-4311(02)00068-6).
14. VRF Air Conditioner with UXA, UXB chassis [internet]; 2021 Jun; Available from: <http://partner.lge.com/global/index.lge>.

Influence of the louver angle on the performance of the air-conditioning outdoor units in high-rise apartment buildings

Nguyen Van Hap^{1,2,*}, Nguyen Minh Phu³



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

The split-type air conditioners are widely used in high-rise apartment buildings in the major urban areas, especially Ho Chi Minh City - Vietnam, because of its convenience. In the apartments with limited space, the installation of outdoor units not in accordance with technical guidelines will affect the performance of the air conditioning system and the aesthetics of the apartment building. The aim of this study is to propose the technical room in apartments for properly installing outdoor units of air conditioning systems. The CFD method is utilized through Ansys Fluent software to determine the inlet air temperature of condensers and COP corresponding to the louver angle of 0° , 10° , 20° , 30° và 40° . The results obtained from the simulations show that increasing the louver angle results in rising the inlet air temperature of condensers and reducing COP. The average temperature of the air which entering the condensers does not change significantly when the louver angle increases from 0° to 30° . When the louver angle is more than 30° , the inlet air temperature of outdoor units exceeds the continuous operating temperature of 48°C . To maintain the high performance of the air conditioner during operation, the louver angle is adjusted as small as possible and limited to a value of about 30° .

Key words: CFD application, The split-type air conditioner, Energy performance, Outdoor unit installation

¹Department of Heat and Refrigeration, Faculty of Mechanical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

³Faculty of Heat and Refrigeration Engineering, Industrial University of Ho Chi Minh City, Ho Chi Minh City, Viet Nam

Correspondence

Nguyen Van Hap, Department of Heat and Refrigeration, Faculty of Mechanical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: nguyenvanhap@hcmut.edu.vn

History

- Received: 12-3-2022
- Accepted: 16-9-2022
- Published: 30-9-2022

DOI : 10.32508/stdjet.v5i3.970



Cite this article : Hap N V, Phu N M. **Influence of the louver angle on the performance of the air-conditioning outdoor units in high-rise apartment buildings.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 2022, 5(3):1586-1595.