

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN xxxxx:2024

ISO 9972:2015

Xuất bản lần 1

**HIỆU SUẤT NHIỆT CỦA CÔNG TRÌNH - XÁC ĐỊNH ĐỘ LỘT
KHÍ CỦA CÔNG TRÌNH - PHƯƠNG PHÁP QUẠT ĐIỀU ÁP**

*Thermal performance of buildings - Determination of air permeability
of buildings - Fan pressurization method*

HÀ NỘI - 2024

Mục lục

Trang

Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ chung, định nghĩa và ký hiệu.....	7
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa.....	7
3.2 Ký hiệu	9
4 Thiết bị.....	10
4.1. Quy định chung	10
4.2 Thiết bị.....	10
5 Quy trình đo lường	11
5.1 Điều kiện đo	11
5.2 Chuẩn bị.....	12
5.3 Các bước của quy trình	15
6 Biểu thị kết quả.....	17
6.1 Các giá trị tham chiếu.....	17
6.2 Tính toán tốc độ rò rỉ khí.....	19
6.3 Các đại lượng có nguồn gốc.....	21
7 Báo cáo thử nghiệm	23
8 Sự không đảm bảo đo	24
8.1 Yêu cầu chung.....	24
8.2 Giá trị tham chiếu	24
8.3 Độ không đảm bảo đo tổng thể.....	24
Phụ lục A (thông tin) Mô tả thiết bị được sử dụng để điều áp công trình	26
Phụ lục B (thông tin) Sự phụ thuộc của mật độ không khí vào nhiệt độ, điểm sương và áp suất khí quyển	28
Phụ lục C (thông tin) Quy trình khuyến nghị để ước tính độ không đảm bảo đo của các đại lượng suy ra	29
Phụ lục D (thông tin) Quy mô Beaufort của gió (trích xuất).....	32
Phụ lục E (thông tin) Phát hiện vị trí rò rỉ	35

Lời nói đầu

TCVN xxxxx:2024 hoàn toàn tương đương ISO 9972:2015

TCVN xxxxx:2024 do Viện Vật liệu xây dựng - Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Phương pháp quạt điều áp nhằm kiểm tra độ lọt khí của lớp vỏ công trình hoặc các bộ phận của công trình. Phương pháp này có thể sử dụng:

- a) Đo độ lọt khí của một công trình hoặc một phần của công trình để tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật về độ lọt khí theo thiết kế,
- b) Để so sánh độ lọt khí tương đối của các công trình tương tự với nhau hoặc các bộ phận của công trình, và
- c) Để xác định mức giảm độ lọt khí do áp dụng các giải pháp khác nhau cho một công trình hoặc một phần của công trình hiện hữu.

Phương pháp quạt điều áp không đo trực tiếp tốc độ lọt khí của công trình. Các kết quả thu được từ phương pháp đo này được sử dụng để ước tính tốc độ lọt khí và tính toán nhu cầu về nhiệt.

Có thể áp dụng các phương pháp khác (ví dụ như phương pháp khí đánh dấu) khi muốn đo trực tiếp tốc độ lọt khí. Tuy nhiên, phép đo khí đánh dấu này cung cấp thông tin hạn chế về hiệu suất thông gió sự xâm nhập khí của công trình.

Phương pháp quạt điều áp áp dụng cho các phép đo lưu lượng không khí đi qua công trình từ ngoài vào trong hoặc ngược lại. Phương pháp này không áp dụng cho các phép đo lưu lượng không khí đi từ bên ngoài vào công trình và sau đó lại đi ra bên ngoài.

Việc sử dụng đúng tiêu chuẩn này yêu cầu kiến thức về các nguyên tắc đo lưu lượng và áp suất không khí. Điều kiện lý tưởng cho phép thử được mô tả trong tiêu chuẩn này là chênh lệch nhiệt độ nhỏ và tốc độ gió thấp. Đối với các thử nghiệm được thực hiện tại hiện trường, cần chấp nhận rằng điều kiện hiện trường sẽ ít lý tưởng. Tuy nhiên, cần tránh thực hiện phép đo trong điều kiện gió mạnh và chênh lệch nhiệt độ trong nhà và ngoài trời lớn.

Hiệu suất nhiệt của công trình – Xác định độ lọt khí của công trình – Phương pháp quạt điều áp

Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này dùng để đo độ lọt khí của các toà nhà hoặc các bộ phận của toà nhà tại hiện trường. Tiêu chuẩn này quy định việc sử dụng phương pháp điều áp hoặc giảm áp cơ học của một công trình hoặc một phần của công trình. Tiêu chuẩn này mô tả phép đo tốc độ dòng không khí thu được trong một phạm vi chênh lệch áp suất tĩnh giữa bên trong nhà và ngoài trời.

Tiêu chuẩn này dùng để đo độ lọt khí của lớp vỏ bao che công trình không gian đơn lập. Đối với các công trình có nhiều không gian khác nhau trong cùng một công trình có thể được xử lý như công trình không gian đơn lập bằng cách mở các cửa thông nhau hoặc bằng cách tạo áp suất bằng nhau giữa các khu vực lân cận.

Tiêu chuẩn này không đề cập đến việc đánh giá độ lọt khí của các bộ phận riêng lẻ.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết khi áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 9313 (ISO 7345) *Cách nhiệt – Các đại lượng vật lý và định nghĩa*

3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Ngoài các thuật ngữ và định nghĩa sử dụng trong TCVN 9313 (ISO 7345), tiêu chuẩn này còn sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1.1

Độ rò rỉ khí (air leakage rate)

Lưu lượng dòng không khí đi qua lớp vỏ công trình

CHÚ THÍCH: Chuyển động này bao gồm dòng không khí đi qua các mối nối, vết nứt và bề mặt xốp, hoặc sự kết hợp của chúng do việc sử dụng thiết bị đo trong tiêu chuẩn này gây ra (xem Điều 4).

3.1.2

Lớp vỏ bao che công trình (building envelope)

Ranh giới hoặc lớp ngăn cách bên trong công trình hoặc một phần của công trình thử nghiệm với môi trường bên ngoài hoặc công trình khác hoặc phần khác của công trình.

3.1.3

Tốc độ trao đổi không khí (air change rate)

Tốc độ rò rỉ không khí trên mỗi đơn vị thể tích bên trong của lớp vỏ bao che công trình.

3.1.4

Độ lọt khí (air permeability)

Tốc độ rò rỉ không khí trên một đơn vị diện tích tường bao của lớp vỏ bao che công trình.

3.1.5

Độ lọt khí riêng (specific leakage rate)

<đối với lớp vỏ bao che công trình> Độ lọt khí trên một đơn vị diện tích tường bao cho lớp vỏ bao che công trình tại mức chênh lệch áp suất tham chiếu.

3.1.6

Độ lọt khí riêng (specific leakage rate)

<đối với sàn nhà> Độ lọt khí trên một đơn vị diện tích sàn nhà thực cho lớp vỏ bao che công trình tại mức chênh lệch áp suất tham chiếu.

3.1.7

Diện tích lọt khí hiệu dụng (effective leakage area)

Diện tích lọt khí được tính toán cho lớp vỏ bao che công trình tại mức chênh lệch áp suất tham chiếu.

3.1.8

Diện tích lọt khí hiệu dụng riêng (specific effective leakage area)

<đối với lớp vỏ bao che công trình> Diện tích lọt khí trên một đơn vị diện tích tường bao cho lớp vỏ bao che công trình tại mức chênh lệch áp suất tham chiếu.

3.1.9

Diện tích lọt khí hiệu dụng riêng (specific effective leakage area)

<đối với sàn nhà> Diện tích lọt khí trên một đơn vị diện tích sàn nhà thực cho lớp vỏ bao che công trình tại mức chênh lệch áp suất tham chiếu.

3.1.10

Đóng các lỗ mở (to close an opening)

Thực hiện đóng các lỗ mở mà không sử dụng thêm các biện pháp để tăng độ kín khí của các lỗ mở.

CHÚ THÍCH: Nếu thiết bị không có bộ phận đóng thì lỗ mở để ở trạng thái mở.

3.1.11

Bịt kín các lỗ mở (to seal an opening)

Việc bịt kín các lỗ mở bằng các biện pháp phù hợp (băng dính, bóng bơm hơi, nút, v.v.)

3.2 Ký hiệu

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị
A_E	diện tích lớp vỏ bao che công trình	m^2
A_F	diện tích sàn	m^2
ELA_{pr}	diện tích lọt khí hiệu dụng tại chênh lệch áp suất tham chiếu	m^2
ELA_{Epr}	diện tích lọt khí hiệu dụng riêng trên diện tích lớp vỏ bao che công trình tại chênh lệch áp suất tham chiếu	m^2/m^2
ELA_{Fpr}	diện tích lọt khí hiệu dụng riêng trên diện tích sàn tại chênh lệch áp suất tham chiếu	m^2/m^2
C_{env}	hệ số lưu lượng khí	$m^3/(h \cdot Pa^n)$
C_L	hệ số lọt khí	$m^3/(h \cdot Pa^n)$
n_{pr}	tốc độ trao đổi không khí tại chênh lệch áp suất tham chiếu	h^{-1}
p	áp suất	Pa
p_{bar}	áp suất khí quyển chưa hiệu chỉnh	Pa
p_v	áp suất hơi nước riêng phần	Pa
p_{vs}	áp suất hơi nước bão hòa	Pa
q_{50}	độ lọt khí tại 50 Pa	m^3/h
q_{Epr}	độ lọt khí riêng trên diện tích lớp vỏ bao che công trình tại chênh lệch áp suất tham chiếu	$m^3/(h \cdot m^2)$
q_{Fpr}	độ lọt khí riêng trên diện tích sàn tại chênh lệch áp suất tham chiếu	$m^3/(h \cdot m^2)$
q_m	lưu lượng dòng khí đo được	m^3/h
q_{pr}	lưu lượng dòng khí tại chênh lệch áp suất tham chiếu	m^3/h
q_r	lưu lượng dòng khí	m^3/h
V	thể tích bên trong	m^3

Δ_p	độ chênh lệch áp suất tạo ra	Pa
Δ_{p0}	độ chênh lệch áp suất dòng (trung bình) qui không	Pa
$\Delta_{p0,1}; \Delta_{p0,2}$	độ chênh lệch áp suất dòng qui không trước và sau khi thử nghiệm (thiết bị đóng lại)	Pa
$\Delta_{p0+}; \Delta_{p0-}$	giá trị trung bình của độ chênh lệch áp suất dòng qui không âm và dương (+ và – tương ứng nghĩa là áp suất dương và áp suất âm qua lớp vỏ bao che)	Pa
Δ_{pm}	chênh lệch áp suất đo được	Pa
Δ_{pr}	chênh lệch áp suất tham chiếu	Pa
φ	độ ẩm tương đối	-
T_0	nhiệt độ tuyệt đối ở điều kiện tiêu chuẩn	K
T_e	nhiệt độ tuyệt đối của không khí bên ngoài nhà	K
T_{int}	nhiệt độ tuyệt đối của không khí bên trong nhà	K
θ	nhiệt độ theo độ C	°C
ρ	khối lượng riêng của không khí	kg/m ³
ρ_0	khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn	kg/m ³
ρ_e	khối lượng riêng của không khí bên ngoài nhà	kg/m ³
ρ_{int}	khối lượng riêng của không khí bên trong nhà	kg/m ³

4 Thiết bị

4.1. Quy định chung

Cho phép sử dụng bất kỳ thiết bị nào sử dụng các nguyên tắc giống nhau và có khả năng thực hiện quy trình thử nghiệm trong phạm vi dung sai cho phép. Ví dụ về cấu hình thiết bị thường được sử dụng đưa ra trong Phụ lục A.

Cần phải hiệu chuẩn định kỳ hệ thống đo lường được sử dụng trong phương pháp thử nghiệm này theo thông số kỹ thuật của nhà sản xuất hoặc hệ thống đảm bảo chất lượng đạt tiêu chuẩn.

4.2 Thiết bị

4.2.1 Quạt gió

Thiết bị có khả năng tạo ra các khoảng chênh lệch áp suất dương và âm cụ thể trên lớp vỏ bao che hoặc một phần công trình. Hệ thống phải cung cấp một dòng không khí không đổi ở mỗi độ chênh lệch áp suất trong một khoảng thời gian cần thiết để có được các số đo về lưu lượng dòng không khí.

4.2.2 Thiết bị đo áp suất

Thiết bị có khả năng đo mức chênh lệch áp suất với độ chính xác ± 1 Pa trong phạm vi từ 0 Pa đến 100 Pa.

4.2.3 Hệ thống đo lưu lượng dòng khí

Thiết bị có khả năng đo lưu lượng dòng khí trong khoảng $\pm 7\%$ giá trị đo.

Cần thận trọng nếu nguyên tắc đo cơ sở là phép đo lưu lượng thể tích qua lỗ tiết lưu. Các giá trị lưu lượng dòng khí phải được hiệu chỉnh theo khối lượng riêng của không khí [xem Công thức (2)].

4.2.4 Thiết bị đo nhiệt độ

Dụng cụ có khả năng đo nhiệt độ với độ chính xác đến $\pm 0,5$ K.

5 Quy trình đo

5.1 Điều kiện đo

5.1.1 Yêu cầu chung

Có hai chế độ đo: giảm áp hoặc tăng áp công trình hoặc một phần của công trình. Sử dụng bất kì chế độ nào đều có thể đo được độ lọt khí của lớp vỏ bao che công trình. Độ chính xác của quy trình đo này phần lớn phụ thuộc vào các thiết bị đo, thiết bị sử dụng và điều kiện môi trường xung quanh tại vị trí lấy mẫu.

CHÚ THÍCH 1: Tăng áp có nghĩa là áp suất bên trong công trình cao hơn bên ngoài. Giảm áp có nghĩa là áp suất bên trong công trình thấp hơn bên ngoài.

CHÚ THÍCH 2: Nếu tích của chênh lệch nhiệt độ không khí trong nhà/ngoài trời (tính bằng K) nhân với chiều cao (tính bằng m) của công trình hoặc một bộ phận đo được của công trình cho kết quả lớn hơn 250mK, thì chưa chắc độ chênh lệch áp suất dòng qui không là đạt được (xem 5.3.3).

CHÚ THÍCH 3: Nếu tốc độ gió gần mặt đất vượt quá 3 m/s hoặc tốc độ gió khí tượng vượt quá 6 m/s hoặc đạt tới cấp 3 trên thang sức gió Beaufort, thì chưa chắc độ chênh lệch áp suất dòng qui không là đạt được (xem 5.3.3).

5.1.2 Phạm vi đo

Phạm vi đo của công trình hoặc một phần công trình tùy thuộc vào mục đích của thử nghiệm và được xác định như sau.

a) Thông thường, các phần công trình được đo bao gồm tất cả các phòng được điều hòa không khí (tức là các phòng được thiết kế để sưởi ấm, làm mát và /hoặc thông gió trực tiếp hoặc gián tiếp nói chung).

b) Nếu mục đích của phép đo để đáp ứng sự tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật về độ lọt khí theo một quy chuẩn hoặc tiêu chuẩn thì phạm vi đo được xác định trong quy chuẩn hoặc tiêu chuẩn đó.

TCVN xxxxx:2024

c) Nếu mục đích của phép đo để đáp ứng sự tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật về độ lọt khí theo một quy chuẩn hoặc tiêu chuẩn mà phạm vi đo không được xác định trong quy chuẩn hoặc tiêu chuẩn đó thì phạm vi đo được định nghĩa như trong mục a).

d) Trong các trường hợp đặc biệt, phạm vi đo có thể được xác định theo sự thỏa thuận với khách hàng.

Các bộ phận riêng lẻ của công trình có thể được đo một cách riêng biệt, ví dụ: trong các công trình chung cư, từng căn hộ có thể được đo đặc riêng lẻ. Tuy nhiên, việc giải thích kết quả độ lọt khí được đo theo cách này có thể bao gồm cả dòng khí rò rỉ qua các phần liền kề của công trình.

CHÚ THÍCH 1: Có thể cả công trình chung cư đáp ứng các yêu cầu về độ lọt khí, nhưng một hoặc nhiều căn hộ riêng lẻ lại không đáp ứng.

CHÚ THÍCH 2: Tiêu chuẩn thực hành tốt yêu cầu đo áp suất tạo ra trong các không gian liền kề, chẳng hạn như tầng áp mái và tầng hầm hoặc các căn hộ liền kề, vì dòng không khí vào hoặc ra khỏi các không gian này có thể được tạo ra bằng phương pháp thử này.

5.1.3 Thời gian đo

Việc đo đặc chỉ có thể thực hiện sau khi hoàn thành lớp vỏ bao che hoặc một phần của công trình được thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Phép đo độ lọt khí sơ bộ của lớp bao che công trình đang xây dựng có thể cho phép sửa chữa các chỗ rò rỉ dễ dàng hơn so với sau khi công trình đã hoàn thành.

5.2 Chuẩn bị thử

5.2.1 Phương pháp chuẩn bị công trình để đo

Tiêu chuẩn này mô tả một số loại phương pháp thử tùy theo mục đích. Việc chuẩn bị công trình để tiến hành đo phụ thuộc vào phương pháp thử nghiệm được chọn.

a) Phương pháp 1 là thử nghiệm công trình đang sử dụng trong đó lỗ thông gió tự nhiên được đóng lại và bịt kín các lỗ thông gió cơ học hoặc lỗ mở của hệ thống điều hòa không khí.

b) Phương pháp 2 là thử nghiệm lớp vỏ bao che công trình trong đó tất cả các lỗ hở được bịt kín, cửa ra vào, cửa sổ và cửa sập đóng lại.

c) Phương pháp 3 là việc kiểm tra công trình cho một mục đích cụ thể, xử lý các khe hở có chủ đích được điều chỉnh cho phù hợp với mục đích cụ thể trong tiêu chuẩn hoặc chính sách quốc gia.

CHÚ THÍCH: Việc lựa chọn phương pháp phụ thuộc vào mục đích của thử nghiệm. Ví dụ, phương pháp 1 có thể được sử dụng trong thử nghiệm phòng sạch, phương pháp 2 để so sánh các kỹ thuật xây dựng khác nhau và phương pháp 3 để đánh giá sự tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật về độ lọt khí theo quy chuẩn hoặc tiêu chuẩn quốc gia, trong tính toán hiệu suất năng lượng của các công trình.

5.2.2 Hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí và các thiết bị khác của công trình

Phải tắt tất cả các thiết bị lấy không khí hoặc loại bỏ không khí ra bên ngoài mà không được sử dụng cho mục đích tăng hoặc giảm áp theo 5.2.5, ví dụ: hệ thống sưởi với hệ thống hút gió trong nhà, hệ thống thông gió cơ khí và điều hòa không khí, máy hút mùi nhà bếp, máy sấy quần áo, v.v ... Các bể nước trong hệ thống ống nước phải được đổ đầy nước hoặc được bịt kín.

Dọn không khí tro lò sưởi mở.

Thực hiện các biện pháp để tránh các nguy cơ về khí thải từ hệ thống sưởi. Tính cả các nguồn sưởi ấm trong các căn hộ liền kề.

5.2.3 Các lỗ mở có chú ý trên lớp vỏ bao che

Đối với mục đích của phương pháp 1:

Đóng tất cả cửa sổ, cửa ra vào và cửa sập trên lớp vỏ bao che.

Các lỗ thông gió tự nhiên phải được đóng lại.

Các lỗ thông gió cơ khí hoặc điều hòa không khí trong toàn bộ công trình phải được bịt kín, ví dụ như:

- a) các ống dẫn chính giữa quạt và lớp vỏ bao che công trình,
- b) tất cả các miệng gió riêng lẻ hoặc
- c) các lỗ thông ra bên ngoài (cửa hút và cửa xả).

Các lỗ mở có chú ý khác bao gồm thông gió cơ khí hoặc điều hòa không khí sử dụng gián đoạn phải được đóng lại.

Bộ phận ngăn lửa và bộ phận ngăn khói phải ở vị trí sử dụng bình thường, ví dụ: các bộ phận ngăn lửa và bộ phận ngăn khói luôn đóng và sẽ tự động mở trong trường hợp hỏa hoạn thì đóng lại; các bộ phận ngăn lửa và bộ phận ngăn khói luôn mở và sẽ tự động đóng lại trong trường hợp hỏa hoạn thì để mở.

Các lỗ hở không nhằm mục đích thông gió trong lớp vỏ bao che công trình, ví dụ, hộp thư được lắp ở cửa hoặc tường bên ngoài, các buồng đốt v.v., phải được đóng lại. Các vết nứt trên tường bao phải được loại trừ.

Không thực hiện thêm bất kỳ biện pháp nào để cải thiện độ lọt khí của lớp vỏ bao che công trình.

Đối với mục đích của phương pháp 2:

Đóng tất cả các cửa sổ, cửa ra vào và cửa sập trên lớp vỏ bao che.

TCVN xxxxx:2024

Các lỗ thông gió tự nhiên phải được bịt kín. Các lỗ thông gió cơ học hoặc điều hòa không khí phải được bịt kín như quy định cho phương pháp 1.

Tất cả các lỗ có chủ ý còn lại trên lớp vỏ bao che sẽ được bịt kín, ngoại trừ cửa sổ, cửa ra vào và cửa sập (nếu vẫn duy trì ở trạng thái đóng).

Đối với mục đích của phương pháp 3:

Các lỗ có chủ ý trên lớp vỏ bao che phải được đóng, bịt kín hoặc mở tùy theo mục đích cụ thể của thử nghiệm (ví dụ, để tuân thủ yêu cầu kỹ thuật về độ kín khí theo quy chuẩn hoặc tiêu chuẩn quốc gia).

Các lỗ hở không nhằm mục đích thông gió trên lớp vỏ bao che phải được đóng, bịt kín hoặc mở tùy theo mục đích cụ thể của thử nghiệm.

Mục đích của tất cả các phương pháp thử nghiệm

Thực hiện các quan sát chung về tình trạng của công trình. Ghi chú trên cửa sổ, cửa ra vào, vách ngăn, mái và sàn nhà, vị trí của các khe hở có thể điều chỉnh và bất kỳ chỗ bịt kín nào được áp dụng cho các khe hở có chủ ý.

Bảng 1 - Các điều kiện của lỗ hở trong phép đo

	Phương pháp 1	Phương pháp 2	Phương pháp 3
Phân loại lỗ mở của công trình	Công trình đang sử dụng	Lớp vỏ công trình	Mục đích cụ thể
Lỗ thông gió để thông gió tự nhiên	bịt kín	bịt kín	Đóng, bịt kín hoặc mở theo quy định
Các lỗ thông gió cơ khí hoặc điều hòa không khí toàn bộ công trình	bịt kín	bịt kín	Đóng, bịt kín hoặc mở theo quy định
Các lỗ thông gió cơ khí hoặc điều hòa không khí (chỉ sử dụng ngắt quãng)	đóng	bịt kín	Đóng, bịt kín hoặc mở theo quy định
cửa sổ, cửa ra vào và cửa sập trên lớp vỏ bao che	đóng	đóng	Đóng, bịt kín hoặc mở theo quy định
lỗ hở không nhằm mục đích thông gió	đóng	bịt kín	Đóng, bịt kín hoặc mở theo quy định

5.2.4 Lỗ mở bên trong phạm vi đo được

Toàn bộ công trình hoặc một phần của công trình được thử nghiệm phải được thiết lập để đáp ứng khả năng điều áp như một khu vực đơn lập.

Tất cả các lỗ thông nhau (cửa ra vào, cửa sập, v.v.) bên trong của công trình được thử nghiệm phải được mở.

Vì lý do thực tiễn và đảm bảo an toàn, cho phép đóng một số cửa, ví dụ, cửa ra vào thang máy hoặc cabin cao áp.

5.2.5 Quạt thổi

Kết nối quạt thổi không khí với lớp vỏ bao che công trình bằng cách sử dụng cửa sổ, cửa ra vào hoặc lỗ thông hơi.

Đảm bảo các mối nối giữa quạt thổi và công trình được bịt kín để loại bỏ bất kỳ sự rò rỉ nào.

Nếu hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí của công trình được sử dụng làm thiết bị thổi không khí, bố trí các quạt và van gió để cho phép hệ thống tăng áp hoặc giảm áp của công trình theo cách để có thể đo được tổng lưu lượng dòng khí đi vào hoặc ra ngoài (xem A.4).

CHÚ THÍCH: Tiến hành cẩn thận khi lựa chọn vị trí quạt thổi không khí. Có thể cửa ra vào, cửa sổ hoặc lỗ thông hơi được chọn là nơi có độ lọt khí chính của công trình và bị loại khỏi phép đo do đặt quạt thổi tại đó.

5.2.6 Thiết bị đo áp suất

Chênh lệch áp suất trong nhà/ngoài trời thường được đo ở tầng thấp nhất của lớp vỏ bao che công trình.

CHÚ THÍCH: Trong các công trình cao tầng, cũng nên đo chênh lệch áp suất ở tầng trên cùng của lớp vỏ công trình đang được thử nghiệm.

Đảm bảo các vòi áp suất bên trong và bên ngoài không bị ảnh hưởng bởi quạt thổi. Vòi áp suất bên ngoài phải được bảo vệ khỏi tác động của áp suất động, ví dụ: lắp một ống chữ T hoặc kết nối nó với một hộp đục lỗ. Đặc biệt là trong điều kiện có gió, nên đặt vòi áp suất bên ngoài cách xa công trình một khoảng, nhưng không gần các chướng ngại vật khác.

Để đo áp suất, ống không được tiếp xúc với sự chênh lệch nhiệt độ lớn (ví dụ: hướng về phía mặt trời).

5.3 Các bước tiến hành

5.3.1 Kiểm tra sơ bộ

TCVN xxxxx:2024

Luôn kiểm tra lớp vỏ hoàn thiện của công trình ở mức chênh lệch áp suất gần như cao nhất được sử dụng trong thử nghiệm để phát hiện rò rỉ lớn và hỏng hóc của các lỗ mở được bịt kín tạm thời. Nếu những rò rỉ như vậy được phát hiện, cần ghi chú chi tiết.

Bất kỳ chỗ hở nào mà chưa được bịt kín hoặc đã bịt nhưng chưa kín hoàn toàn, ví dụ: cửa các hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí, phải được cố định tại thời điểm đo.

5.3.2 Điều kiện nhiệt độ và gió

Đọc nhiệt độ bên trong và bên ngoài công trình trước, trong hoặc sau khi thử nghiệm để hiệu chỉnh lưu lượng dòng khí theo khối lượng riêng không khí.

Ghi lại tốc độ hoặc sức gió. Xác định sức gió bằng cách đánh giá trực quan cây cối, nước, v.v., theo thang Beaufort (xem Bảng D.1).

5.3.3 Chênh lệch áp suất dòng qui không

Ngắt thiết bị đo áp suất và kiểm tra hoặc điều chỉnh qui 0 khi bắt đầu thử nghiệm

Che tạm thời lỗ mở của quạt thổi không khí và kết nối thiết bị đo áp suất để đo chênh lệch áp suất bên trong bên ngoài. Ghi lại các giá trị của chênh lệch áp suất dòng qui 0 trong khoảng thời gian ít nhất là 30s (10 giá trị nhỏ nhất) và tính toán

- giá trị trung bình các giá trị dương của chênh lệch áp suất dòng qui không, Δp_{01+} ,
- giá trị trung bình các giá trị âm của chênh lệch áp suất dòng qui không, Δp_{01-} , và
- giá trị trung bình tất cả các giá trị của chênh lệch áp suất dòng qui không, Δp_{01} .

Lặp lại quá trình này khi kết thúc thử nghiệm (để thu được Δp_{02+} , Δp_{02-} và Δp_{02}).

Nếu giá trị tuyệt đối của Δp_{01+} , Δp_{01-} , Δp_{02+} , hoặc Δp_{02-} cao hơn 5 Pa thì phép thử sẽ được công bố là không hợp lệ. Nếu báo cáo thử nghiệm được tạo ra từ một thử nghiệm như vậy thì việc không đáp ứng các điều kiện yêu cầu của thử nghiệm phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Giá trị áp suất tham chiếu (0) là bên ngoài nhà.

5.3.4 Chuỗi đo chênh lệch áp suất

Mở và bật quạt thổi khí.

Thử nghiệm được thực hiện bằng cách thực hiện các phép đo lưu lượng dòng và chênh lệch áp suất trong nhà-ngoài trời trên một khoảng chênh lệch áp suất áp dụng với độ gia tăng không quá 10 Pa. Mỗi phép thử, phải xác định ít nhất năm điểm dữ liệu cách đều nhau giữa chênh lệch áp suất thấp nhất và cao nhất.

Chênh lệch áp suất thấp nhất phải xấp xỉ (nghĩa là với mức cho phép là ± 3 Pa) 10 Pa hoặc năm lần giá trị chênh lệch áp suất dòng qui 0 (Δp_{01}), chọn giá trị nào lớn hơn.

Chênh lệch áp suất cao nhất ít nhất phải là 50 Pa, nhưng khuyến nghị các giá trị thực hiện ở mức chênh lệch áp suất lên đến 100 Pa để có độ chính xác tốt nhất cho kết quả tính toán.

Tuy nhiên, do kích thước lớn của nhiều công trình và thực tế hạn chế về công suất của quạt thổi di động được sử dụng để thử nghiệm, có thể thấy rằng khó có thể đạt được độ chênh lệch áp suất 50 Pa. Trong những trường hợp này, cần sử dụng quạt thổi không khí bổ sung hoặc quạt thổi không khí có công suất cao hơn (để tăng tổng công suất) và/hoặc thử nghiệm có thể được thực hiện đến chênh lệch áp suất cao nhất có thể đạt được bằng quạt thổi sẵn có. Trong những trường hợp như vậy, thử nghiệm sẽ không có giá trị trừ khi có thể đạt được chênh lệch áp suất 25 Pa. Trường hợp chênh lệch áp suất cao nhất nằm trong khoảng từ 25 Pa đến 50 Pa, điều này phải được ghi lại trong báo cáo thử nghiệm kèm theo tuyên bố rằng các yêu cầu của tiêu chuẩn này chưa được đáp ứng đầy đủ và giải thích lý do tại sao. Một giải pháp thay thế để đo các công trình lớn bằng cách chia thành một số phần nhỏ.

Khuyến nghị nên thực hiện hai phương pháp đo: tăng áp và giảm áp. Tuy nhiên, được phép thực hiện một phương pháp đo tăng áp hoặc giảm áp và vẫn phải tuân theo các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH 1: Lấy dữ liệu ở chênh lệch áp suất cao hơn chính xác hơn là ở chênh lệch áp suất thấp hơn. Do đó, điều quan trọng là phải thực hiện cẩn thận đặc biệt khi các phép đo được thực hiện ở chênh lệch áp suất thấp.

CHÚ THÍCH 2: Nên kiểm tra xem tình trạng của lớp vỏ công trình có thay đổi trong mỗi lần thử nghiệm không, ví dụ, các lỗ bị bịt kín hoặc cửa ra vào, cửa sổ hoặc van gió không bị ép mở do áp suất gây ra.

6 Biểu thị kết quả

6.1 Các giá trị tham chiếu

Tùy thuộc vào mục đích của thử nghiệm, có thể để tuân thủ tiêu chuẩn hoặc quy chuẩn quốc gia, có thể sử dụng các giá trị tham chiếu bổ sung, ví dụ, diện tích tường bao và mái che, hoặc diện tích tường bao mà qua đó tổn thất nhiệt được sử dụng để tính toán hiệu suất năng lượng của các công trình. Nếu các giá trị này được sử dụng, chúng sẽ được nêu trong báo cáo.

6.1.1 Thể tích bên trong

Thể tích bên trong (V) là thể tích bên trong công trình hoặc phần đo được của công trình.

Sử dụng các kích thước tổng thể bên trong để tính toán thể tích này (xem Hình 1). Không được trừ đi thể tích của các bức tường bên trong hoặc sàn nhà. Không được trừ đi thể tích các lỗ hổng bên trong lớp vỏ bao che công trình.

Không được trừ đi thể tích của đồ nội thất.

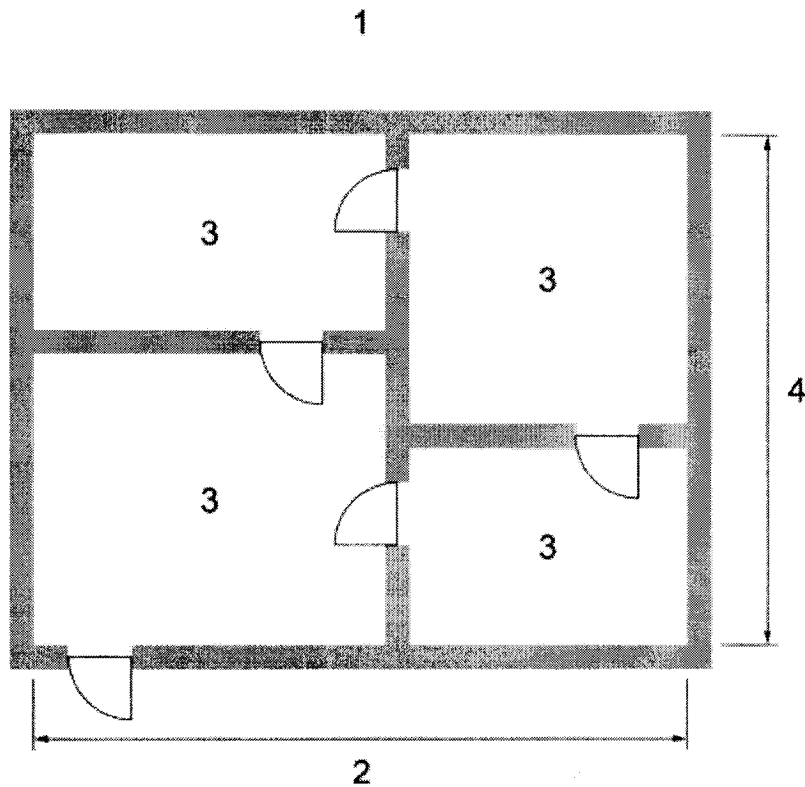
6.1.2 Diện tích lớp vỏ bao che

TCVN xxxxx:2024

Diện tích lớp vỏ bao che (A_E) của công trình hoặc một phần được đo của công trình là tổng diện tích của tất cả các phần sàn, tường và trần, giáp với thể tích bên trong. Bao gồm các bức tường và sàn bên dưới cao trình mặt đất.

Kích thước tổng thể bên trong sẽ được sử dụng để tính toán diện tích này, ví dụ: diện tích sàn có thể được tính bằng cách nhân chiều dài là 2 với chiều dài là 4. Không được phép trừ diện tích tiếp giáp giữa tường bên trong, sàn, trần nhà với tường, sàn và trần bên ngoài (xem Hình 1).

CHÚ THÍCH: Trong phạm vi của tiêu chuẩn này, diện tích lớp vỏ bao che của dãy nhà bao gồm (các) tường ngăn. Diện tích lớp vỏ bao che của một căn hộ trong một công trình nhiều tầng bao gồm sàn, tường và trần cho đến căn hộ liền kề.



CHÚ DẪN

- 1 bên ngoài nhà
- 2 chiều rộng bên trong tổng thể
- 3 bên trong nhà
- 4 chiều sâu bên trong tổng thể

Hình 1 - Kích thước tổng thể bên trong của mặt bằng

6.1.3 Diện tích sàn thực

Diện tích sàn thực (A_F) là tổng diện tích của tất cả các sàn thuộc công trình hoặc một phần được đo của công trình. Nó được tính toán theo quy định của quốc gia.

6.2 Tính toán độ rò rỉ khí

Lấy chênh lệch áp suất đo (Δp_m) trừ đi chênh lệch áp suất dòng qui 0 trung bình, thu được chênh lệch áp suất tạo ra (Δp) sử dụng Công thức (1).

Cần chú ý đến các dấu cộng hoặc dấu trừ.

$$\Delta p = \Delta p_m - \frac{\Delta p_{0,1} + \Delta p_{0,2}}{2} \quad (1)$$

Đầu tiên, chuyển đổi số liệu đọc được (q_r) của hệ thống đo lưu lượng khí thành lưu lượng dòng khí đo được (q_m) ở nhiệt độ và áp suất của thiết bị đo lưu lượng phù hợp với thông số kỹ thuật của nhà sản xuất:

$$q_m = f(q_r) \quad (2)$$

Sau đó, chuyển đổi lưu lượng dòng khí (q_m) thành lưu lượng dòng khí (q_{env}) xuyên qua lớp vỏ bao che công trình để giảm áp suất bằng cách sử dụng Công thức (3).

$$q_{env} = q_m \left(\frac{\rho_{int}}{\rho_e} \right) \approx q_m \left(\frac{T_e}{T_{int}} \right) \quad (3)$$

Trong đó

ρ_{int} là khối lượng riêng của không khí bên trong nhà, tính bằng kg trên m³;

ρ_e là khối lượng riêng của không khí bên ngoài nhà, tính bằng kg trên m³,

T_{int} là nhiệt độ tuyệt đối của không khí bên trong nhà, tính bằng K,

T_e là nhiệt độ tuyệt đối của không khí bên ngoài nhà, tính bằng K.

Chuyển đổi lưu lượng dòng khí đo được (q_m) thành lưu lượng dòng khí qua lớp vỏ bao che công trình (q_{env}) để tăng áp bằng cách sử dụng Công thức (4).

$$q_{env} = q_m \left(\frac{\rho_e}{\rho_{int}} \right) \approx q_m \left(\frac{T_{int}}{T_e} \right) \quad (4)$$

Vẽ biểu đồ lưu lượng dòng khí qua lớp vỏ công trình với độ chênh lệch áp suất tương ứng trên biểu đồ log-log để hoàn thành biểu đồ độ rò rỉ không khí cho cả tăng áp và giảm áp (xem Hình 2).

Dữ liệu được chuyển đổi sẽ được sử dụng để xác định hệ số lưu lượng không khí (C_{env}) và số mũ lưu lượng không khí (n) phù hợp với Công thức (5) bằng cách sử dụng kỹ thuật bình phương nhỏ nhất:

$$q_{env} = C_{env} (\Delta p)^n \quad (5)$$

Trong đó

TCVN xxxxx:2024

n là số mũ lưu lượng không khí;

Δp là chênh lệch áp suất tạo ra, tính bằng Pa;

q_{env} là lưu lượng dòng khí qua lớp vỏ công trình, tính bằng m^3/h .

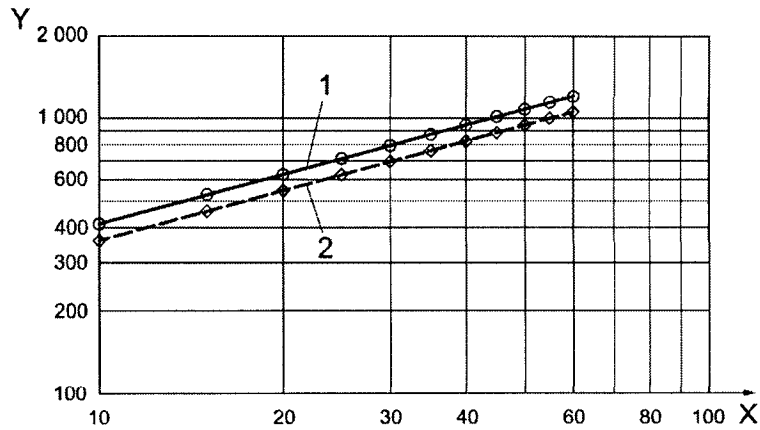
Khi xác định sự phù hợp của Công thức (5), cần tính khoảng tin cậy để tính hệ số lưu lượng không khí (C_{env}) và số mũ lưu lượng khí (n).

CHÚ THÍCH: C_{env} và n có thể được tính theo quy trình của Phụ lục C.

Ngoài ra, hệ số r^2 xác định (của biểu đồ log-log) sẽ được tính toán.

C_{env} , n và r^2 sẽ được tính toán riêng biệt cho tăng áp và giảm áp

Để các kết quả thử nghiệm có giá trị theo tiêu chuẩn này, n phải nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1 và r^2 không được nhỏ hơn 0,98



CHÚ DẪN

X Chênh lệch áp suất, tính bằng Pascal

Y Lưu lượng dòng khí, tính bằng mét khối trên giờ

1 tăng áp

2 giảm áp

Hình 2 - Ví dụ về biểu đồ độ rò rỉ không khí

Hệ số lọt khí (C_L) thu được bằng cách hiệu chỉnh hệ số lưu lượng dòng khí (C_{env}) về điều kiện tiêu chuẩn [20 °C và $1,013 \times 10^5$ Pa], sử dụng Công thức (6) giảm áp suất và Công thức (7) tăng áp:

$$C_L = C_{env} \left(\frac{\rho_e}{\rho_0} \right)^{1-n} \approx C_{env} \left(\frac{T_0}{T_e} \right)^{1-n} \quad (6)$$

Trong đó

ρ_0 là khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn, tính bằng kg/m^3 ;

T_0 là nhiệt độ tuyệt đối của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn, tính bằng K.

$$C_L = C_{env} \left(\frac{\rho_{int}}{\rho_0} \right)^{1-n} \approx C_{env} \left(\frac{T_0}{T_{int}} \right)^{1-n} \quad (7)$$

Phụ lục B bao gồm các bảng và công thức thích hợp thể hiện sự phụ thuộc của nhiệt độ, áp suất khí quyển và độ ẩm tương đối với ρ . Nói chung, ảnh hưởng của áp suất khí quyển là không đáng kể. Nếu cần xem xét, sử dụng áp suất khí quyển chưa điều chỉnh được đo tại chỗ hoặc áp suất khí quyển theo độ cao trên mực nước biển. Độ ẩm tương đối có thể được đặt thành 0% (không khí khô).

Độ lọt khí (q_{pr}) tại chênh lệch áp suất chuẩn (Δp_r) tính bằng m^3/h , được xác định theo Công thức (8):

$$q_{pr} = C_L (\Delta p_r)^n \quad (8)$$

Áp suất tham chiếu để đo độ lọt khí thường bằng 50 Pa.

$$q_{50} = C_L (50 Pa)^n$$

6.3 Các đại lượng dẫn xuất

6.3.1 Yêu cầu chung

Các đại lượng dẫn xuất được tính cho độ lọt khí trung bình ở áp suất tham chiếu đối với thử nghiệm tăng áp suất và thử giảm áp suất. Tuy nhiên, trong trường hợp thử nghiệm chỉ được thực hiện cho một chế độ, sử dụng độ lọt khí sẵn có.

6.3.2 Tốc độ trao đổi không khí tại chênh lệch áp suất tham chiếu

Tốc độ trao đổi không khí (n_{pr}) tại chênh lệch áp suất tham chiếu được tính bằng cách chia lưu lượng dòng khí tại cùng một chênh lệch áp suất tham chiếu với thể tích bên trong theo 6.1.1 sử dụng Công thức (9):

$$n_{pr} = \frac{q_{pr}}{V} \quad (9)$$

Áp suất tham chiếu cho đại lượng dẫn xuất này thường bằng 50 Pa.

VÍ DỤ

$$n_{50} = \frac{q_{50}}{V}$$

6.3.3 Độ lọt khí riêng (lớp vỏ bao che)

Độ lọt khí riêng (lớp vỏ bao che) (q_{Epr}) tại chênh lệch áp suất tham chiếu, được tính bằng cách chia lưu lượng dòng khí tại cùng một chênh lệch áp suất tham chiếu cho diện tích lớp vỏ bao che theo 6.1.2 sử dụng Công thức (10):

$$q_{Epr} = \frac{q_{pr}}{A_E} \quad (10)$$

Áp suất tham chiếu cho đại lượng dẫn xuất này thường bằng 50 Pa.

VÍ DỤ

$$q_{E50} = \frac{q_{50}}{A_E}$$

6.3.4 Độ lọt khí riêng (sàn)

Độ lọt khí riêng (sàn) (q_{Fpr}) tại chênh lệch áp suất tham chiếu, được tính bằng cách chia lưu lượng dòng khí tại cùng một chênh lệch áp suất tham chiếu cho diện tích sàn theo 6.1.3 sử dụng Công thức (11):

$$q_{Fpr} = \frac{q_{pr}}{A_F} \quad (11)$$

Áp suất tham chiếu cho đại lượng dẫn xuất này thường bằng 50 Pa.

VÍ DỤ

$$q_{F50} = \frac{q_{50}}{A_F}$$

6.3.5 Diện tích lọt khí hiệu dụng

Diện tích lọt khí hiệu dụng (ELA_{pr}) tại chênh lệch áp suất tham chiếu (Δp_r) được tính theo Công thức (12):

$$ELA_{pr} = \frac{1}{3600} C_L \left(\frac{\rho_0}{2} \right)^{0,5} (\Delta p_r)^{n-0,5} \quad (12)$$

Áp suất tham chiếu cho đại lượng dẫn xuất này thường bằng 10 Pa.

6.3.6 Diện tích lọt khí hiệu dụng riêng (lớp vỏ bao che)

Diện tích lọt khí riêng (ELA_{Epr}) được tính bằng cách chia diện tích lọt khí hiệu dụng tại chênh lệch áp suất tham chiếu cho diện tích lớp vỏ bao che theo 6.1.2 sử dụng Công thức (13):

$$ELA_{Epr} = \frac{ELA_{pr}}{A_E} \quad (13)$$

Áp suất tham chiếu cho đại lượng dẫn xuất này thường bằng 10 Pa.

VÍ DỤ

$$ELA_{E10} = \frac{ELA_{10}}{A_E}$$

6.3.7 Diện tích lọt khí hiệu dụng riêng (sàn)

Diện tích lọt khí riêng (ELA_{Fpr}) được tính bằng cách chia diện tích lọt khí hiệu dụng tại chênh lệch áp suất tham chiếu cho diện tích sàn theo 6.1.3 sử dụng Công thức (14):

$$ELA_{Fpr} = \frac{ELA_{pr}}{A_F} \quad (14)$$

Áp suất tham chiếu cho đại lượng dẫn xuất này thường bằng 10 Pa.

VÍ DỤ

$$ELA_{E10} = \frac{ELA_{10}}{A_E}$$

7 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải có ít nhất các thông tin sau:

- a) Tất cả các thông tin cần thiết để xác định đối tượng được kiểm tra: Địa chỉ (bao gồm cả số căn hộ nếu có) và ngày dự kiến xây dựng công trình;
- b) Viện dẫn tiêu chuẩn TCVN xxxxx (ISO 9972), và bất kỳ sai lệch nào so với tiêu chuẩn này;
- c) Phương pháp thử (1, 2 hoặc 3) và phương thức thử (tăng áp, giảm áp hoặc cả hai);
- d) Đối tượng thử nghiệm:
 - 1) Mô tả các phần của công trình là đối tượng của thử nghiệm;
 - 2) Thể tích không gian bên trong đối tượng thử nghiệm;
 - 3) Tài liệu về tính toán, sao cho các kết quả đã nêu có thể được xác minh;
 - 4) Tình trạng của tất cả các lỗ hở trên vỏ công trình, đóng, bịt kín, mở, v.v.;
 - 5) Mô tả chi tiết (bao gồm cả phương tiện) của các lỗ mở được bịt kín tạm thời, nếu có;
 - 6) Vị trí bịt kín của hệ thống thông gió cơ khí, nếu có;
 - 7) Loại hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí;
- e) Thiết bị và quy trình được sử dụng;
- f) Dữ liệu thử nghiệm:

TCVN xxxxx:2024

- 1) Chênh lệch áp suất dòng qui không $\Delta p_{0,1+}$, $\Delta p_{0,1-}$, $\Delta p_{0,2+}$, $\Delta p_{0,2-}$, $\Delta p_{0,1}$ và $\Delta p_{0,2}$ đối với thử nghiệm tăng áp và thử nghiệm giảm áp;
- 2) Nhiệt độ bên trong nhà và bên ngoài nhà;
- 3) Tốc độ gió, áp suất khí quyển, nếu nó là một phần của tính toán;
- 4) Bảng chênh lệch áp suất tạo ra và lưu lượng dòng khí tương ứng;
- 5) Đồ thị rò rỉ không khí, xem ví dụ Hình 2;
- 6) Hệ số lưu lượng khí (C_{env}), số mũ của lưu lượng không khí (n) và hệ số lọt khí (C_L) đối với cả thử nghiệm tăng áp và giảm áp suất;
- 7) Bất kỳ đại lượng dẫn xuất nào và giá trị tham chiếu tương ứng theo quy định quốc gia.

g) Ngày thử nghiệm.

8 Độ không đảm bảo đo

8.1 Yêu cầu chung

Độ không đảm bảo đo tổng thể của thử nghiệm điều áp phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Đối với bất kỳ đại lượng dẫn xuất nào, ước lượng khoảng tin cậy phải được đưa vào phân tích dữ liệu.

CHÚ THÍCH: Phụ lục C mô tả một quy trình đơn giản hóa để ước tính độ không đảm bảo đo của các đại lượng C và n thu được. Độ không đảm bảo đo này không phải là độ không đảm bảo đo của phép thử.

8.2 Giá trị tham chiếu

Độ chính xác của các giá trị tham chiếu có thể được ước tính bằng cách sử dụng tính toán lan truyền sai số.

CHÚ THÍCH: Thông thường, độ không đảm bảo đo nằm trong khoảng từ 3% đến 10%.

8.3 Độ không đảm bảo đo tổng thể

Độ không đảm bảo đo tổng thể của các đại lượng thu được mô tả trong 6.3.1 đến 6.3.7 của thử nghiệm điều áp được thực hiện theo tiêu chuẩn này có thể được ước tính bằng cách sử dụng tính toán lan truyền sai số.

Tính toán này phải bao gồm độ không đảm bảo của tất cả các đại lượng được sử dụng cho kết quả cuối cùng.

CHÚ THÍCH: Trong điều kiện tĩnh, độ không đảm bảo đo tổng thể thấp hơn 10% trong hầu hết các trường hợp. Trong điều kiện gió, độ không đảm bảo đo tổng thể có thể đạt $\pm 20\%$.

Phụ lục A

(tham khảo)

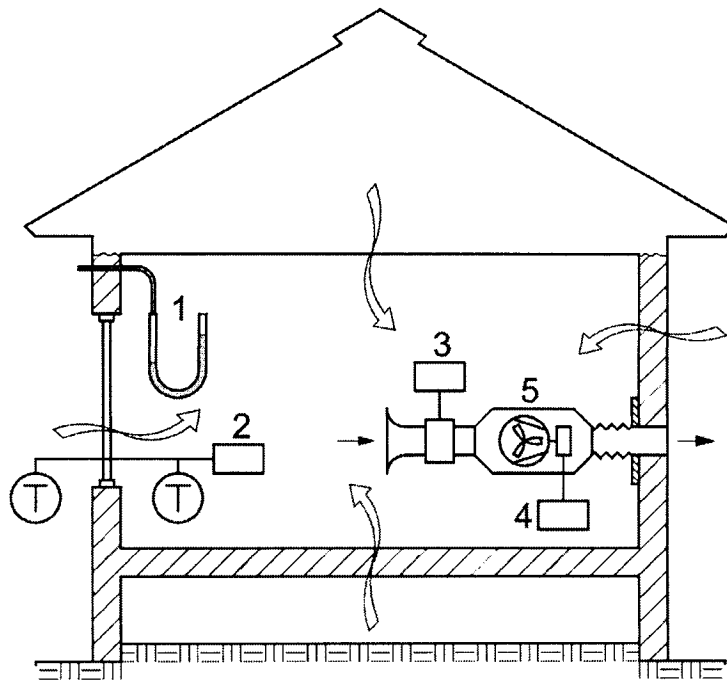
Mô tả thiết bị được sử dụng để điều áp công trình**A.1 Yêu cầu chung**

Có một số cách để tạo ra một áp lực âm hoặc dương trong lớp vỏ của công trình. Phổ biến nhất được mô tả trong A.2 đến A.4.

A.2 Hệ thống quạt và ống dẫn

Một hệ thống bao gồm quạt, ống dẫn và đồng hồ đo lưu lượng khí, được kết nối với công trình (xem Hình A.1).

Kích thước của ống gió và công suất của quạt phù hợp với nhau để vận tốc dòng tuyến tính trong ống gió nằm trong phạm vi đo của đồng hồ đo lưu lượng khí.

**CHÚ THÍCH**

- 1 thiết bị đo áp suất
- 2 thiết bị đo nhiệt độ
- 3 hệ thống đo lưu lượng khí
- 4 điều khiển quạt
- 5 quạt

Hình A.1 - Sơ đồ bố trí thiết bị để kiểm tra toàn bộ công trình

A.3 Cửa thổi

Hệ thống cửa thổi là một thiết bị được sử dụng để thực hiện các phép đo độ lọt khí của lớp vỏ bao che. Việc lắp ráp bao gồm một giá đỡ cửa ra vào hoặc cửa sổ cho quạt hoặc quạt gió có thể điều chỉnh để phù hợp với các lỗ mở của cửa ra vào hoặc cửa sổ. Quạt hoặc máy thổi phải có động cơ thay đổi tốc độ để phù hợp với phạm vi lưu lượng dòng khí cần thiết.

A.4 Quạt hệ thống sưởi hoặc hệ thống thông gió và điều hòa không khí trong công trình

Để xác định độ lọt khí của các công trình lớn, có thể sử dụng quạt của hệ thống thông gió công trình để tăng áp và giảm áp cho công trình. Nên kiểm tra tại hiện trường ban đầu để xác định số lượng quạt cấp (hoặc quạt hút) chính, khả năng hoạt động của luồng không khí, khả năng vận hành quạt với 100% không khí cấp bên ngoài vào hoặc 100% khí xả ra, và các phương tiện sẵn có để kiểm soát tốc độ dòng khí nguồn cấp (hoặc nguồn xả) (ví dụ: điều chỉnh độ mở van điều tiết hoặc điều chỉnh tốc độ quạt). Hệ thống ống dẫn cũng có thể được kiểm tra và lựa chọn các vị trí thích hợp để đo lưu lượng dòng khí.

Thực tế thường khó đáp ứng các tiêu chí được chấp nhận cho phép đo lưu lượng dòng khí trong các ống dẫn của hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí, lưu lượng dòng khí ($q_{env,s}$) có thể được xác định bằng cách sử dụng một lượng khí đánh dấu phun liên tục vào dòng không khí đi vào công trình. Lưu lượng dòng không khí ($q_{env,s}$) tính bằng m^3/s (xem Hình A.1), được xác định bằng Công thức (A.1).

$$q_{env,s} = \frac{q}{w_B} \quad (A.1)$$

Trong đó

q là lưu lượng phun khí đánh dấu, tính bằng m^3/s ;

w_B là nồng độ khí đánh dấu, tính bằng m^3/m^3 .

Cần đặc biệt cẩn thận đối với van gió và/hoặc quạt thường tốc độ được điều khiển tự động (ví dụ: hệ thống quản lý năng lượng công trình). Một số lưới hoặc lỗ hở bên trong hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí cũng có thể phải được bịt kín khi thực hiện thử nghiệm để đảm bảo chúng có thể hoạt động độc lập theo yêu cầu của thử nghiệm.

Phụ lục B

(tham khảo)

Sự phụ thuộc khối lượng riêng của không khí vào nhiệt độ, điểm đọng sương và áp suất khí quyển

Khối lượng riêng của không khí (ρ) được biểu thị bằng kg/m^3 , ở nhiệt độ (θ) được biểu thị bằng độ C, áp suất khí quyển (p_{bar}) được biểu thị bằng Pa và độ ẩm tương đối (φ) được biểu thị bằng %, có thể nhận được theo Công thức (B.1):

$$\rho = \frac{p_{\text{bar}} - 0,37802 p_v}{287,055 (\theta + 273,15)} \quad (\text{B.1})$$

Trong đó

p_v là áp suất hơi nước riêng phần trong không khí được tính theo Công thức (B.2).

$$p_v = \varphi p_{vs} \quad (\text{B.2})$$

Trong đó

p_{vs} là áp suất hơi nước bão hòa trong không khí ở nhiệt độ (θ) thu được theo Công thức (B.3).

$$p_{vs} = \exp \left[59,484\,085 - \frac{6\,790,4\,985}{\theta + 273,15} - 5,028\,02 \ln(\theta + 273,15) \right] \quad (\text{B.3})$$

Đối với thiết bị có khả năng đo độ ẩm tương đối, độ chính xác yêu cầu sẽ là $\pm 5\%$; giá trị độ ẩm tương đối được đo ở bên ngoài để thử tăng áp suất và ở bên trong để thử giảm áp suất.

Phụ lục C

(tham khảo)

Quy trình khuyến nghị để ước tính độ không đảm bảo đo cho các đại lượng dẫn xuất

Tiêu chuẩn này bao gồm một số đại lượng dẫn xuất thường được sử dụng để tóm tắt độ lộn khí của công trình hoặc một phần của công trình được thử nghiệm. Phương pháp sau được đề xuất: tất cả các đại lượng dẫn xuất phụ thuộc vào ước lượng hệ số lộn khí (C) và số mũ lưu lượng khí (n) của Công thức (5) đến Công thức (7). Thực hiện phép biến đổi logarit của các biến q và $\Delta\rho$ cho mỗi giá trị để xác định C và n .

$$x_i = \ln(\Delta\rho_i)$$

$$y_i = \ln(q_i) \text{ với } i = 1 \dots N$$

trong đó N là tổng số giá trị thử nghiệm. Công thức (5) sau đó biến đổi thành Công thức (C.1).

$$y = \ln(C) + nx \tag{C.1}$$

Tính các đại lượng sau:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \tag{C.2}$$

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \tag{C.3}$$

$$s_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \tag{C.4}$$

$$s_y^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \tag{C.5}$$

$$s_{xy} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \tag{C.6}$$

Khi đó, ước lượng tốt nhất của n , $\ln(C)$ và C được đưa ra bởi Công thức (C.7) tới Công thức (C.9):

$$n = \frac{s_{xy}}{s_x^2} \tag{C.7}$$

$$\ln(C) = \bar{y} - n\bar{x} \tag{C.8}$$

$$C = \exp(\bar{y} - n\bar{x}) \tag{C.9}$$

Ước lượng khoảng tin cậy của C và n có thể được xác định như sau.

Độ lệch chuẩn của n được cho bởi Công thức (C.10):

$$s_n = \frac{1}{s_x} \left(\frac{s_y^2 - n s_{xy}}{N-2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (C.10)$$

Ước lượng độ lệch chuẩn của $\ln(C)$ được đưa ra bởi Công thức (C.11):

$$s_{\ln(C)} = s_n \left(\frac{\sum_{i=1}^N x_i^2}{N} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (C.11)$$

Nếu $T(P, N)$ là giới hạn tin cậy hai phía t đối với xác suất P trên N , thì một nửa độ dài của khoảng tin cậy tại xác suất đó đối với $\ln(C)$ và n được cho bởi Công thức (C.12) và Công thức (C.13), tương ứng:

$$I_{\ln(C)} = s_{\ln(C)} T(P, N-2) \quad (C.12)$$

$$I_n = s_n T(P, N-2) \quad (C.13)$$

Các giá trị của giới hạn tin cậy hai phía $T(P, N)$ đối với phân phối Student (t) được cho trong Bảng C.1.

Điều này có nghĩa là với xác suất (P) số mũ của dòng không khí (n) nằm trong khoảng tin cậy ($n - I_n, n + I_n$) và hệ số độ lọt khí (C) nằm trong khoảng tin cậy được đưa ra bởi Công thức (C.14):

$$\left\{ C \exp[-I_{\ln(C)}], C \exp[I_{\ln(C)}] \right\} \quad (C.14)$$

Ước tính độ lệch chuẩn xung quanh đường hồi quy [Công thức (C.1)] tại giá trị x được đưa ra bởi Công thức (C.15):

$$s_y(x) = s_n \left\{ \frac{N-1}{N} s_x^2 + (x - \bar{x})^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (C.15)$$

Một nửa độ dài của khoảng tin cậy trong ước lượng của y sử dụng Công thức (C.1) tại bất kỳ x nào được cho bởi Công thức (C.16):

$$I_y(x) = s_y(x) T(P, N-2) = I_y(\ln \Delta p) \quad (C.16)$$

Do đó, lưu lượng dòng khí (q) được dự đoán bởi Công thức (5) tại bất kỳ chênh lệch áp suất nào (Δp) với xác suất (P) nằm trong khoảng tin cậy được đưa ra bởi Công thức (C.17):

$$\left\{ q \exp[-I_y \ln(\Delta p)], q \exp[I_y \ln(\Delta p)] \right\} \quad (C.17)$$

Bảng C.1 - Giới hạn tin cậy hai phía $T(P,N)$ đối với phân phối t

N	P					
	0,8	0,9	0,95	0,99	0,995	0,999
1	3,0780	6,3138	12,7060	63,6570	127,3200	636,6190
2	1,8860	2,9200	4,3027	9,9248	14,0890	31,5980
3	1,6380	2,3534	3,1825	5,8409	7,4533	12,9240
4	1,5330	2,1318	2,7764	4,6041	5,5976	8,6100
5	1,4760	2,0150	2,5706	4,0321	4,7733	6,8690
6	1,4400	1,9430	2,4469	3,7074	4,3170	5,9590
7	1,4150	1,8946	2,3646	3,4995	4,0293	5,4080
8	1,3970	1,8595	2,3060	3,3554	3,8325	5,0410
9	1,3830	1,8331	2,2622	3,2498	3,6897	4,7810
10	1,3720	1,8125	2,2281	3,1693	3,5814	4,5787
∞	—	1,6450	1,9600	2,5760	2,8070	3,2910

Trong thực tế, phân tích độ không đảm bảo đo trên có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các chương trình máy tính thống kê tiêu chuẩn

Phụ lục D

(tham khảo)

Thang sức gió Beaufort (trích xuất)

Bảng D.1 - Thang đo Beaufort để chỉ thị sức gió

Cấp gió	Thuật ngữ	Vận tốc tương đương ở độ cao tiêu chuẩn 10 m so với mặt đất bằng phẳng				Thông số kỹ thuật			Chiều cao sóng có thể xảy ra ^a	Chiều cao sóng có thể xảy ra ^a
		Vận tốc trung bình theo hải lý	m s ⁻¹	km h ⁻¹	mph	Đất liền	Biển	Bờ biển	m	feet
0	Lặng gió	<1	0 đến 0,2	<1	<1	Yên lặng, hầu như lặng gió	phẳng lặng	lặng gió	-	-
1	Gió rất nhẹ	1 đến 3	0,3 đến 1,5	1 đến 5	1 đến 3	Chuyển động của gió thấy được bằng khói bay không phải từ cánh chỉ hướng gió	gió rất nhẹ, sóng lăn tăn, không có ngọn	Thuyền đánh cá chỉ theo bánh lái	0,1 (0,1)	1/4 (1/4)
2	Gió nhẹ vừa phải	4 đến 6	1,6 đến 3,3	6 đến 11	4 đến 7	Cảm thấy gió trên mặt, tiếng lá xào xạc, cánh chỉ hướng gió di chuyển bởi gió	Sóng vẫn lăn tăn nhưng rõ ràng hơn, có xuất hiện bọt sóng	Gió làm căng các cánh buồm và có thể làm cho cánh buồm di chuyển khoảng từ 1 đến 2 hải lý	0,2 (0,3)	1/2 (1)
3	Gió nhẹ nhàng	7 đến 10	3,4 đến 5,4	12 đến 19	8 đến 12	lá và cọng nhỏ chuyển động theo gió; gió làm căng nhẹ lá cờ	Sóng lăn tăn lớn, đỉnh sóng bắt đầu bị phá vỡ tạo thành nhiều bọt sóng khắp các phía	Lực đập mạnh và có thể di chuyển từ 3 đến 4 hải lý	0,6 (1)	2 (3)
4	Gió vừa phải	11 đến 16	5,5 đến 7,9	20 đến 28	13 đến 18	bụi và giấy rời bay lên. Những cành cây nhỏ chuyển	Sóng nhỏ, trở nên dài hơn, phần ngọn sóng màu trắng xuất hiện thường xuyên	Làm việc bình thường	1 (1,5)	3 ^{1/2} (5)

Cấp gió	Thuật ngữ	Vận tốc tương đương ở độ cao tiêu chuẩn 10 m so với mặt đất bằng phẳng				Thông số kỹ thuật			Chiều cao sóng có thể xảy ra ^a	Chiều cao sóng có thể xảy ra ^a
		Vận tốc trung bình theo hải lý	m s ⁻¹	km h ⁻¹	mph	Đất liền	Biển	Bờ biển	m	feet
						động	và nhiều hơn			
5	Gió khá mạnh	17 đến 21	8,0 đến 10,7	29 đến 38	19 đến 24	Cây nhỏ đu đưa; hình thành các mào sóng trên mặt nước	Sóng dài vừa phải, phần ngọn màu trắng hình thành nhiều hơn (có thể xuất hiện bọt trắng bắn tung tóe)	Tàu đánh cá phải cuộn bột buồm	2 (2,5)	6 (8 ^{1/2})
6	Gió hơi mạnh	22 đến 27	10,8 đến 13,8	39 đến 49	25 đến 31	Cành cây lớn chuyển động; nghe thấy tiếng gió rít trên đường dây điện; sử dụng ô rất khó khăn	Sóng lớn bắt đầu hình thành; bọt trắng ở khắp mọi nơi	Mép buồm chính tàu đánh cá phải được căng bằng hệ dây đối; Thận trọng khi đánh bắt cá	3 (4)	9 ^{1/2} (13)
7	Gió khá lớn	28 đến 33	13,9 đến 17,1	50 đến 61	32 đến 38	Cây to chuyển động; Phải gắng sức khi di chuyển ngược gió	Biển cuộn sóng và bắt đầu có vệt theo hướng của cơn gió	Tàu đánh cá phải giữ ở bến cảng;	4 (5,5)	13 ^{1/2} (19)
8	Gió lớn	34 đến 40	17,2 đến 20,7	62 đến 74	39 đến 46	Cành nhỏ gãy khỏi cây	Sóng cao vừa phải với ngọn sóng gãy tạo ra nhiều bụi và các vệt bọt nước	Tất cả tàu đánh cá phải về bến cảng nếu ở gần	5,5 (7,5)	18 (25)
9	Gió rất lớn	41 đến 47	20,8 đến 24,4	75 đến 88	47 đến 54	Một số công trình xây dựng bị hư hại nhỏ (ví dụ như ống khói, đá	Sóng cao với nhiều bọt hơn. Ngọn sóng bắt đầu cuộn lại theo chiều gió. Nhiều bụi nước. Tầm	-	7 (10)	23 (32)

Cấp gió	Thuật ngữ	Vận tốc tương đương ở độ cao tiêu chuẩn 10 m so với mặt đất bằng phẳng				Thông số kỹ thuật			Chiều cao sóng có thể xảy ra ^a	Chiều cao sóng có thể xảy ra ^a
		Vận tốc trung bình theo hải lý	m s ⁻¹	km h ⁻¹	mph	Đất liền	Biển	Bờ biển	m	feet
						lợp)	nhìn bị ảnh hưởng			
10	Gió bão	48 đến 55	24,5 đến 28,4	89 đến 102	55 đến 63	Cây bật gốc. Một số công trình hư hại vừa phải	Sóng rất cao, mặt biển trắng xóa và xô mạnh vào bờ. Tầm nhìn bị giảm	-	9 (12,5)	29 (41)
11	Gió bão to	56 đến 63	28,5 đến 32,6	103 đến 117	64 đến 72	Rất ít khi gặp. Nhiều công trình xây dựng bị hư hỏng	Sóng cực cao (tàu cỡ trung bình và cỡ nhỏ có thể bị mất tầm nhìn sau những ngọn sóng). Biển được bao phủ hoàn toàn với những ngọn sóng màu trắng	-	11,5 (16)	37 (52)
12	Đại cuồng phong	Lớn hơn 64	Lớn hơn 32,7	Lớn hơn 118	Lớn hơn 73	-	Các cơn sóng khổng lồ, không gian bị bao phủ bởi bọt và bụi nước. Tầm nhìn bị ảnh hưởng nghiêm trọng	-	14 (-)	45 (-)

^a Bảng này chỉ nhằm mục đích hướng dẫn để biểu thị đại khái những gì có thể xảy ra ở vùng biển khơi, cách xa đất liền. Nó không bao giờ được sử dụng theo cách ngược lại; tức là để ghi nhật ký hoặc báo cáo tình trạng của biển. Trong vùng nước kín, hoặc khi gần đất liền, có gió ngoài khơi, độ cao của sóng sẽ nhỏ hơn và sóng dốc hơn. Các số liệu trong ngoặc cho biết chiều cao tối đa có thể xảy ra của sóng

Phụ lục E
(tham khảo)
Phát hiện vị trí rò rỉ

Việc phát hiện vị trí rò rỉ là cần thiết để giảm diện tích rò rỉ và ước tính sự phân bố rò rỉ của các công trình. Các phương pháp như sau.

a) Phương pháp trừ

Khu vực bao che và/hoặc các thiết bị phát hiện là tầm chắn không khí được che phủ. Sau khi đo diện tích rò rỉ có và không có tầm chắn khí, độ chênh lệch giữa hai diện tích rò rỉ được xác định.

b) Sử dụng thiết bị camera nhiệt hồng ngoại

Trong quá trình thử nghiệm (giảm áp suất), một camera nhiệt có thể được sử dụng để xác định vị trí xâm nhập không khí nếu có sự chênh lệch nhiệt độ giữa trong nhà và ngoài trời.

c) Sử dụng khói

Khói được tạo ra để nhìn trực quan luồng không khí đi qua lớp vỏ, thiết bị, v.v. và để phát hiện vị trí rò rỉ. Phương pháp này có thể cần kỹ năng thực hành, ví dụ: tỷ lệ tạo khói.

Ngoài ra, có thể cảm nhận luồng không khí xung quanh các thiết bị, v.v. trên đường bao bằng ngón tay, nhưng nó không nhất quán vì phụ thuộc vào cảm nhận cá nhân.

d) Sử dụng máy đo vận tốc không khí

Trong quá trình thử nghiệm (tăng áp hoặc giảm áp suất), máy đo tốc độ không khí có thể được giữ ở những vị trí trên khu vực lớp vỏ bao che hoặc các thiết bị mà người ta có thể nghi ngờ có rò rỉ. Nếu thiết bị hiển thị tốc độ không khí, đó là dấu hiệu rò rỉ.
