TCVN **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

TCVN 9440:2013
ISO 5802:2001

QUẠT CÔNG NGHIỆP - THỬ ĐẶC TÍNH TẠI HIỆN TRƯỜNG

Industrial fans - Performance testing in situ

HÀ NỘI - 2013

Mục lục

Lời nói đầu 5
Lời giới thiệu 6
1 Phạm vi áp dụng 7
2 Tài liệu viện dẫn 7
3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu 7
4 Đại lượng được đo 31
5 Điều kiện chung và qui trình liên quan đến thử nghiệm tại hiện trường 31
5.1 Khuyến nghị chung 31
5.2 Lựa chọn điểm thử khi chỉ có thể thay đổi được sức cản của hệ thống 32
5.3 Quạt được lắp với cơ cấu điều chỉnh 32
5.4 Cơ cấu tiết lưu của hệ thống cho phép thay đổi sức cản của hệ thống 33
5.5 Lựa chọn điểm thử khi sức cản hệ thống có thể thay đổi được. 33
5.6 Khi hiệu chỉnh hệ số được rút ra từ thử nghiệm là không cần thiết 33
6 Dụng cụ đo 34
6.1 Dụng cụ đo áp suất 34
6.3 Đo nhiệt độ 38
6.4 Xác định mật độ 39
6.5 Đo tốc độ quay 40
7.1 Vị trí của mặt phẳng đo áp suất 43
8 Xác định lưu lượng 54
8.1 Lựa chọn phương pháp đo 54
8.2 Lựa chọn tiết diện đo 55
8.3 Xác định lưu lượng khi sử dụng các bộ phận có áp suất chênh 57
8.4 Xác định lưu lượng bằng phương pháp diện tích có tốc độ. 58
9 Xác định công suất 76
9.1 Định nghĩa của các đặc tính liên quan đến công suất của quạt. 76
9.2 Tổn thất trong quá trình truyền công suất từ động cơ đến bộ cánh quạt 77
9.3 Các phương pháp xác định công suất 78
9.4 Dụng cụ đo 81
9.5 Sự phòng ngừa trong thử nghiệm tại hiện trường 81
10 Độ không đảm bảo gắn liền với xác định đặc tính của quạt 82
10.1 Quy định chung 82
10.2 Sai số đặc tính 83
10.3 Độ không đảm bảo đo 83
10.4 Độ không đảm bảo quy định 83
10.5 Phân tích độ không đảm bảo 83
Phụ lục A (Quy định): Vị trí của các đường vận hành đối với profin thành biên thích hợp với luật công suất chung 91
Phụ lục B (Quy định): Xác định vị trí của các đường vận hành ở thành biên trong các trường hợp không được nêu ở Phụ lục A 95

Phụ lục C (Quy định): Các đoạn thẳng nhỏ nhất yêu cầu ở trước và sau dụng cụ đo áp suất chênh (dụng cụ DP) dùng để đo lưu lượng 98
Phụ lục D (Quy định): Tổn thất cho phép đối với các ống dẫn thẳng nhẵn và các đường thông gió tiêu chuẩn 112
Phụ lục E (Quy định) Hiệu chuẩn phong tốc kế cánh quay 114

Lời nói đầu

TCVN 9440:2013 hoàn toàn tương đương với ISO 5802:2001.

TCVN 9440:2013 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN/TC 117 *Quạt công nghiệp* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Nhu cầu soát xét các phương pháp thử ở hiện trường hiện có đã trở nên rõ ràng vào một lúc nào đó. Nên nhớ rằng phạm vi của các soát xét là triển khai một cách thích hợp phương pháp thử tại hiện trường thành một tài liệu "riêng biệt". Yêu cầu này có thể làm cho các phương pháp vùng tốc độ được chi tiết hóa đầy đủ cho tất cả các mặt cắt ngang của đường thông gió thông thường thường gặp. Nó cũng cho phép bổ sung các phụ lục về các trạm đo thích hợp và sự hiệu chuẩn dụng cụ đo.

Theo các thỏa thuận quốc tế gần đây nhất cần lưu ý rằng áp suất của quạt hiện được xác định là hiệu số giữa các áp suất cố định ở đầu vào và đầu ra của quạt. Áp suất cố định là áp suất tuyệt đối có thể đo được tại một điểm trong dòng khí nếu dòng khí này đã đưa về trạng thái tĩnh đẳng entropy. Đối với các số Mach nhỏ hơn 0,2 thì áp suất cố định theo áp kế ở trong khoảng 0,6 % áp suất tổng.

Ít quan trọng hơn là việc sử dụng "áp suất tĩnh của quạt" vì đây chỉ là một đại lượng qui ước. Có thể dự báo rằng việc sử dụng áp suất này sẽ dừng lại theo thời gian. Tất cả các tổn thất về lưu chất chủ yếu là các tổn thất về áp suất cố định và vấn đề này đã được phản ánh trong các định nghĩa đã được quy định hiện nay.

Cần thừa nhận rằng đặc tính của quạt được đo trong các điều kiện ở hiện trường sẽ không cần thiết phải giống như đặc tính được xác định từ các thử nghiệm sử dụng các đường thông gió tiêu chuẩn. Lý do của sự khác biệt này không chỉ do độ chính xác thấp vốn có của thử nghiệm tại hiện trường mà cũng còn do cái được gọi là "yếu tố ảnh hưởng của hệ thống" hoặc "ảnh hưởng của lắp đặt" trong đó các mối nối ống dẫn tại đầu vào và/hoặc đầu ra của quạt làm cho đặc tính của quạt bị biến đổi. Nhu cầu về các mối nối tốt không thể được nói là giảm đi. Tiêu chuẩn này quy định sử dụng "các chi tiết thông thường" nối trực tiếp với quạt để xác định áp suất một cách thích hợp và cũng để bảo đảm rằng không khí/khí được đưa đến quạt với phân bố tốc độ đối xứng không có dòng xoáy và biến dạng quá mức. Chỉ khi các điều kiện này được đáp ứng thì đặc tính trong các điều kiện ở hiện trường mới ngang bằng với các đặc tính được đo trong các đường thông gió tiêu chuẩn.

Cũng cần lưu ý rằng tiêu chuẩn này quy định sự xác định vị trí của các điểm đo trong vùng có tốc độ theo các qui tắc log-Tchebycheff hoặc log-linear. Khoảng cách số học có thể dẫn đến sai số đáng kể trừ khi lấy số lượng điểm đọc rất lớn (Các điểm đọc này phải được vẽ thành biểu đồ và thực hiện diện tích dưới đường cong bằng phương pháp đo diện tích. Tốc độ thực tế trung bình sẽ bằng thương số của diện tích này chia cho các kích thước tung độ)

Tiêu chuẩn này không đánh giá độ không đảm bảo phụ thêm khi các chiều dài của ống dẫn thẳng ở mỗi phía của trạm đo nhỏ hơn các chiều dài quy định trong Phụ lục C. Tuy nhiên hướng dẫn được cho trong ISO/TR 5168 và ISO 7194 trong đó quy định rằng khi xuất hiện một thành phần hướng tâm lớn thì các độ không đảm bảo đo có thể vượt quá một cách đáng kể giá trị 4 % thường được dự kiến trước ở các mức độ tin cậy 95 %.

Quạt công nghiệp – Thử đặc tính tại hiện trường

Industrial fans - Performance testing in situ

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các phép thử để xác định một hoặc nhiều đặc tính của các quạt được lắp đặt trong một mạng thiết bị làm việc khi vận chuyển lưu chất một pha.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì chỉ áp dụng phiên bản đã nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất bao gồm cả các bổ sung, sửa đổi:

TCVN 6627-1 (IEC 60034-1), Máy điện quay. Phần 1: Thông số đặc trưng và tính năng.

TCVN 8113-1:2009 (ISO 5167-1:1991), Đo dòng lưu chất bằng các dụng cụ đo chênh áp - Phần 1: Các tấm có lỗ định cỡ, các vòi phun và ống Venturi được lắp đặt vào các đường ống có mặt cắt ngang tròn chứa đầy lưu chất.

ISO 5801:1997, *Industrial fans – Performance testing using standardized airways* [1] (Quạt công nghiệp – Thử đặc tính khi sử dụng đường thông gió tiêu chuẩn)

IEC 60051-8, *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories - Part 8: Sp'ecial requirements for accessories* (Dụng cụ đo điện tác động trực tiếp, chỉ thị analog và các phụ tùng của chúng - Phần 8: Yêu cầu đặc biệt cho các phụ tùng).

3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

[1] Hiện đã có TCVN 5801: 2013 chấp nhận hoàn toàn tiêu chuẩn ISO 5801: 2007.

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

Các đại lượng được đề cập trong tiêu chuẩn này là các giá trị trung bình theo thời gian. Có thể tính đến dao động ảnh hưởng đến các đại lượng được đo bằng cách lặp lại các phép đo ở các khoảng thời gian thích hợp. Các giá trị trung bình có thể được coi như giá trị ở trạng thái ổn định.

3.1.1

Không khí (air)

Không khí hoặc khí khác trừ khi nói riêng về không khí của khí quyển.

3.1.2

Không khí tiêu chuẩn (standard air)

Không khí của khí quyển có mật độ chính xác là 1,2 $kg.m^{-3}$.

CHÚ THÍCH: Không khí của khí quyển ở nhiệt độ 16 °C, áp suất 100.000 Pa và độ ẩm tương đối 65 % có mật độ 1,2 $kg.m^{-3}$, nhưng các điều kiện này không phải là một phần của định nghĩa.

3.1.3

Quạt (fan)

Máy quay duy trì dòng không khí liên tục ở tỷ số nén thường không vượt quá 1,3.

3.1.4

Bộ cánh quạt (impeller)

Phần quay của quạt truyền năng lượng cho không khí bằng các cánh của nó.

3.1.5

Vỏ (thân) quạt (casing)

Các phần tĩnh của quạt dẫn hướng dòng không khí từ đầu vào của quạt sang đầu ra của quạt.

3.1.6

Ống dẫn (duct)

Đường thông gió trong đó tốc độ của không khí có thể so sánh được với tốc độ ở đầu vào hoặc đầu ra của quạt.

3.1.7

Buồng (chamber)

Đường thông gió trong đó tốc độ của không khí nhỏ hơn so với tốc độ ở đầu vào hoặc đầu ra của quạt.

3.1.8

Chi tiết chuyển tiếp (transition piece)

Đoạn chuyển tiếp (section)

Đường thông gió có sự thay đổi dần theo chiều dọc của diện tích mặt cắt ngang và/hoặc hình dạng.

3.1.9

Hàng rào thử (test enclosure)

Buồng hoặc không gian khác được bảo vệ tránh gió lùa trong đó có lắp đặt quạt và các đường thông gió thử.

3.1.10

Diện tích của tiết diện ống dẫn (area of the conduit section)

A_x

Diện tích của ống dẫn tại tiết diện x.

3.1.11

Diện tích đầu vào của quạt (fan inlet area),

A_1

Theo qui ước, là tổng diện tích trên mặt phẳng đầu vào bên trong vỏ quạt.

CHÚ THÍCH: Mặt phẳng đầu vào của quạt là bề mặt được giới hạn bởi đầu mút phía đầu dòng của cơ cấu di chuyển không khí. Trong tiêu chuẩn này mặt phẳng đầu vào của quạt được chỉ dẫn bởi mặt phẳng 1 (xem Hình 1).

3.1.12

Diện tích đầu ra của quạt (fan outlet area)

A_2

Theo qui ước, là tổng diện tích trên mặt phẳng đầu ra bên trong vỏ quạt mà không trừ đi các diện tích cho động cơ, chóp rẽ dòng hoặc các vật cản khác.

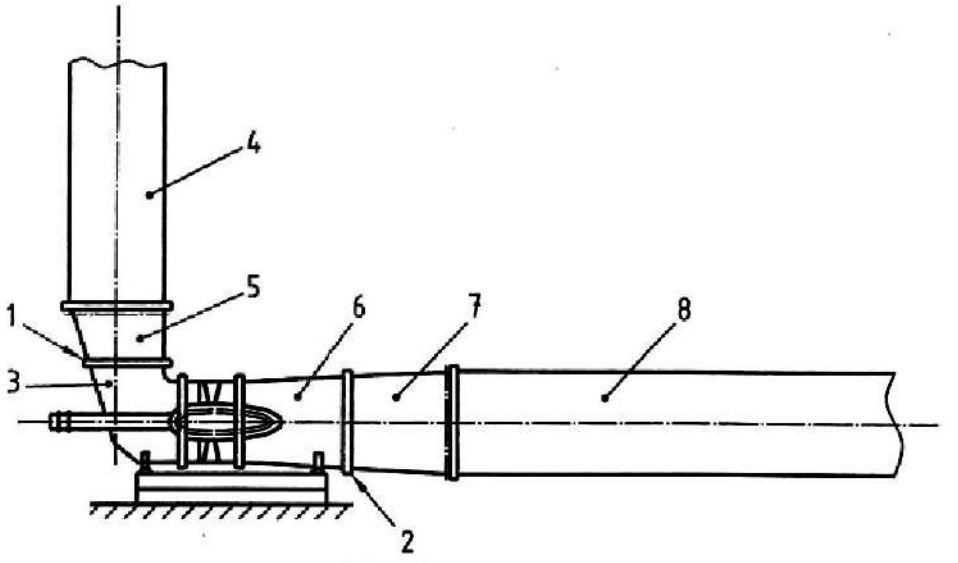
CHÚ THÍCH: Mặt phẳng đầu ra của quạt là bề mặt được giới hạn bởi đầu mút phía cuối dòng của cơ cấu di chuyển không khí. Trong tiêu chuẩn này mặt phẳng đầu ra của quạt được chỉ dẫn bởi mặt phẳng 2 (xem Hình 1).

3.1.13

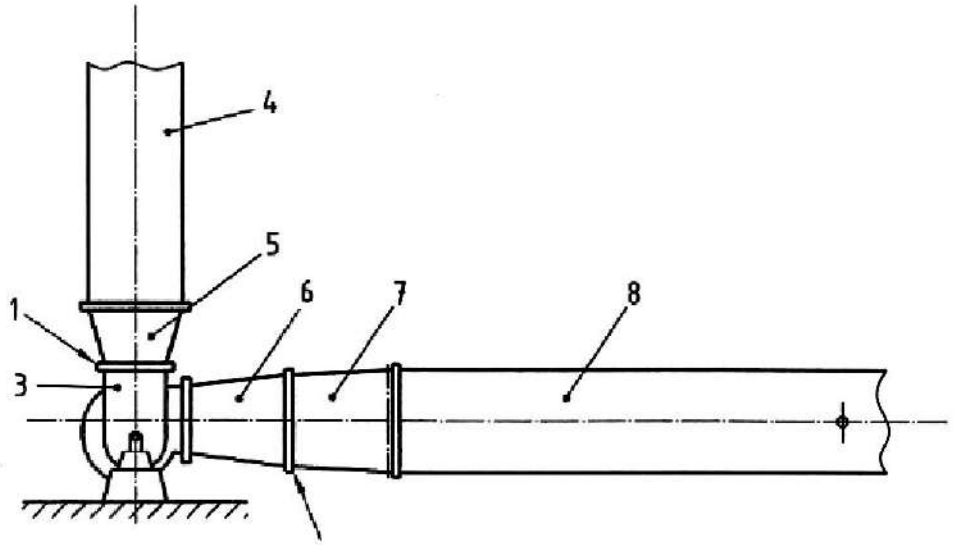
Nhiệt độ (temperature)

t

Nhiệt độ của không khí hoặc lưu chất được đo bằng cảm biến nhiệt độ.



a) Quạt hướng trục



b) Quạt ly tâm

CHÚ DẪN:

1 Mặt phẳng 1	5 Đoạn chuyển tiếp
2 Mặt phẳng 2	6 Miệng loe
3 Hộp đầu vào	7 Đoạn chuyển tiếp
4 Ống dẫn ở đầu vào	8 Ống dẫn ở đầu ra

Hình 1 - Vị trí của các mặt phẳng đo áp suất cho thử nghiệm tại hiện trường

3.1.14

Nhiệt độ tuyệt đối (absolute temperature)

θ

Nhiệt độ nhiệt động lực học được đo phía trên nhiệt độ "không" tuyệt đối

$$\theta = t + 273{,}15$$

3.1.15

Nhiệt độ cố định tại một điểm (stagnation temperature at a point)

θ_{sg}

Nhiệt độ tuyệt đối xuất hiện tại một điểm cố định đẳng entropy đối với dòng khí lý tưởng mà không có bổ sung thêm năng lượng hoặc nhiệt.

CHÚ THÍCH: Nhiệt độ cố định không thay đổi dọc theo một đường thông gió và đối với ống dẫn ở đầu vào bằng nhiệt độ tuyệt đối của môi trường xung quanh trong hàng rào thử.

3.1.16

Nhiệt độ tĩnh hoặc nhiệt độ của lưu chất (static or fluid temperature)

θ

Nhiệt độ tuyệt đối của cảm biến nhiệt di chuyển ở tốc độ của lưu chất

$$\theta = \theta_{sg} - \frac{v^2}{2c_p}$$

trong đó

v là tốc độ của lưu chất (m/s).

3.1.17

Nhiệt độ bầu khô (dry bulb temperature)

t_d

Nhiệt độ không khí được đo bằng cảm biến nhiệt độ khô trong hàng rào thử gần đầu vào của quạt hoặc đầu vào của đường thông gió.

3.1.18

Nhiệt độ bầu ướt (Wet bulb temperature)

t_w

Nhiệt độ không khí được đo bằng cảm biến nhiệt độ được bao bọc bằng bấc ẩm do thấm nước và đặt trong dòng không khí.

CHÚ THÍCH: Khi được đo một cách chính xác, nhiệt độ này xấp xỉ bằng nhiệt độ bão hòa đoạn nhiệt.

3.1.19

Nhiệt độ cố định tại một tiết diện (stagnation temperature at a section)

θ_{sgx}

Giá trị trung bình theo thời gian của nhiệt độ cố định được lấy trung bình trên diện tích mặt cắt ngang quy định của đường thông gió.

3.1.20

Nhiệt độ tĩnh hoặc nhiệt độ lưu chất tại một tiết diện (static or fluid temperature at a section)

θ_x

Giá trị trung bình theo thời gian của nhiệt độ tĩnh hoặc nhiệt độ lưu chất được lấy trung bình trên diện tích mặt cắt ngang quy định của đường thông gió.

3.1.21

Hằng số khí riêng (specific gas constant)

R

Đối với khí lý tưởng, phương trình trạng thái được viết:

$$\frac{p}{\rho} = R\theta$$

3.1.22

Nhiệt độ cố định ở đầu vào (inlet stagnation temperature)

θ_{sg1}

Nhiệt độ trong hàng rào thử gần đầu vào của quạt hoặc ống dẫn ở đầu vào tại một tiết diện ở đó tốc độ của lưu chất nhỏ hơn 25 m/s.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp này nhiệt độ cố định có thể được xem là bằng nhiệt độ môi trường xung quanh.

$$\theta_{sg1} = \theta_a = t_a + 273{,}15$$

3.1.23

Số mũ đẳng entropy (isentropic exponent)

κ

Đối với khí lý tưởng và quá trình đẳng entropy

$$\frac{p}{\rho^{\kappa}} = \text{constant}$$

3.1.24

Nhiệt dung riêng ở áp suất không đổi (specific heat at constant pressure)

c_p

Đối với khí lý tưởng

$$c_p = \frac{\kappa}{\kappa - 1} R$$

3.1.25

Nhiệt dung riêng ở thể tích không đổi (specific heat at constant volume)

c_V

Đối với khí lý tưởng

$$c_V = \frac{R}{\kappa - 1}$$

3.1.26

Hệ số nén (compressibility factor)

Z

$$Z = \frac{p}{\rho R \theta}$$

Và Z là một hàm số của các tỷ số $\frac{p}{R}$ và $\frac{\theta}{\theta_c}$

trong đó

p_c là áp suất tới hạn của khí;

θ_c là nhiệt độ tới hạn của khí.

CHÚ THÍCH: Đối với khí lý tưởng $Z = 1$.

3.1.27

Áp suất tuyệt đối tại một điểm (absolute pressure at a point)

p

Áp suất được đo từ áp suất tuyệt đối bằng "không" được sử dụng tại một điểm ở trạng thái nghỉ so với không khí xung quanh điểm này.

3.1.28

Áp suất khí quyển (atmospheric pressure)

p_a

Áp suất tuyệt đối của không khí tự do ở độ cao trung bình của quạt.

3.1.29

Áp suất áp kế (gauge pressure)

p_e

Giá trị áp suất khi áp suất cho trước là áp suất khí quyển tại điểm đo.

CHÚ THÍCH: Áp suất áp kế có thể là âm hoặc dương

$$p_e = p - p_a$$

3.1.30

Áp suất cố định tuyệt đối tại một điểm (absolute stagnation pressure at a point)

p_{sg}

Áp suất tuyệt đối có thể đo được tại một điểm trong một dòng khí nếu điểm này đã ở trạng thái nghỉ thông qua một quá trình đẳng entropy

$$p_{sg} = p\left(1+\frac{\kappa-1}{2}Ma^2\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}$$

Trong đó *Ma* là số Mach tại điểm này

3.1.31

Áp suất động lực học tại một điểm (dynamic pressure at a point)

p_d

Áp suất được tính toán từ tốc độ *v* và mật độ ρ của không khí tại một điểm.

$$p_d = \frac{\rho v^2}{2}$$

3.1.32

Áp suất tổng tại một điểm (total pressure at a point)

p_t

Áp suất cố định tuyệt đối trừ đi áp suất khí quyển

$$p_t = p_{sg} - p_a = p_e + p_d$$

CHÚ THÍCH: Khi số Mach nhỏ hơn 0,2, hệ số Mach nhỏ hơn 1,01 và áp suất cố định tuyệt đối p_{sg} rất gần với áp suất tổng theo áp kế, áp suất khí quyển và áp suất động lực học.

$$p_{sg} \equiv p_e + p_a + p_d$$

3.1.33

Áp suất trung bình theo áp kế tại tiết diện x (average gauge pressure at a section x)

p_{ex}

Giá trị trung bình theo thời gian của áp suất áp kế được lấy trung bình trên diện tích mặt cắt ngang quy định của đường thông gió.

3.1.34

Áp suất tuyệt đối trung bình tại tiết diện x (average absolute pressure at a section x)

p_x

Giá trị trung bình theo thời gian của áp suất tuyệt đối được lấy trung bình trên diện tích mặt cắt ngang quy định của đường thông gió.

$$p_x = p_{ex} + p_e$$

3.1.35

Áp suất động lực học qui ước tại tiết diện x (conventional dynamic pressure at a section x)

p_{dx}

Áp suất động lực học được tính toán từ tốc độ trung bình và mật độ trung bình tại mặt cắt ngang quy định của đường thông gió.

$$p_{dx} = \rho_x \frac{v_{mx}^2}{2} = \frac{1}{2\rho_x}\left(\frac{q_m}{A_x}\right)^2$$

3.1.36

Áp suất động lực học của quạt (fan dynamic pressure)

p_{dF}

Áp suất động lực học qui ước tại đầu ra của quạt được tính toán từ lưu lượng khối lượng, mật độ trung bình của không khí tại đầu ra và diện tích đầu ra của quạt.

$$p_{dF} = \rho_2 \frac{v_{m2}^2}{2} = \frac{1}{2\rho_2}\left(\frac{q_m}{A_2}\right)^2$$

3.1.37

Áp suất cố định tuyệt đối tại tiết diện x (absolute stagnation pressure at a section x)

p_{scx}

Tổng của áp suất động lực học qui ước p_{dx} được hiệu chỉnh bởi hệ số Mach F_{Mx} tại tiết diện và áp suất tuyệt đối trung bình p_x.

$$p_{sgx} = p_x + p_{dx}F_{Mx}$$

CHÚ THÍCH: Có thể tính toán áp suất cố định tuyệt đối từ biểu thức:

$$p_{sgx} = p_x\left(1+\frac{\kappa-1}{2}Ma_x^2\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}$$

3.1.38

Áp suất tổng trung bình tại tiết diện x (average total pressure at a section x)

p_{tx}

Khi số Mach nhỏ hơn 0,122, hệ số F_M có thể bị bỏ qua.

$$p_{tx} = p_{ex} + p_{dx} = p_{sgx} - p_a$$

3.1.39

Áp suất của quạt (fan pressure)

p_F

Hiệu số giữa áp suất cố định ở đầu ra của quạt và áp suất cố định ở đầu vào của quạt.

$$p_F = p_{sg2} - p_{sg1}$$

3.1.40

Áp suất tĩnh của quạt (fan static pressure)

p_{sF}

Đại lượng qui ước được xác định bằng áp suất của quạt trừ đi áp suất động lực học của quạt được hiệu chỉnh bởi hệ số Mach tại diện tích đầu ra của quạt.

$$p_{sF} = p_{sg2} - p_{dF}F_{M2} - p_{sg1} = p_2 - p_{sg1}$$

3.1.41

Số Mach tại một điểm (Mach number at a point)

Ma

Tỷ số giữa tốc độ lưu chất tại một điểm và tốc độ âm thanh trong lưu chất.

CHÚ THÍCH: Đối với khí lý tưởng,

$$Ma = \frac{v}{\sqrt{\kappa R_w \theta}}$$

3.1.42

Số Mach tại tiết diện x (Mach number at a section x)

Ma_x

Tỷ số giữa tốc độ trung bình của lưu chất và tốc độ âm thanh tại mặt cắt ngang quy định của đường thông gió.

$$Ma_x = \frac{v_{mx}}{\sqrt{\kappa R_w \theta_x}}$$

3.1.43

Hệ số Mach (Mach factor)

F_M

Hệ số hiệu chỉnh được áp dụng cho áp suất động lực học tại một điểm được cho bởi biểu thức

$$F_M = \frac{p_{sg} - p}{p_d}$$

CHÚ THÍCH: Có thể tính toán hệ số Mach theo phương trình:

$$F_M = 1 + \frac{Ma^2}{4} + \frac{Ma^4}{40} + \frac{Ma^6}{1600} + \ldots \text{ đối với } \kappa = 1{,}4$$

3.1.44

Mật độ cố định ở đầu vào (stagnation inlet density)

ρ_{sg1}

Mật độ được tính toán từ áp suất cố định ở đầu vào, p_{sg1} và nhiệt độ cố định ở đầu vào θ_{sg1}

$$\rho_{sg1} = \frac{p_{sg1}}{R_w \theta_{sg1}}$$

3.1.45

Mật độ trung bình tại tiết diện x (average density at a section x)

ρ_x

Mật độ lưu chất được tính toán từ áp suất tuyệt đối p_x và nhiệt độ tĩnh θ_x.

$$\rho_x = \frac{p_x}{R_w \theta_x}$$

3.1.46

Mật độ trung bình (mean density)

ρ_m

Giá trị trung bình cộng của các mật độ ở đầu vào và đầu ra

$$\rho_m = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

3.1.47

Lưu lượng khối lượng trung bình tại một tiết diện (mean mass flowrate at a section)

q_m

Giá trị trung bình theo thời gian của khối lượng lưu chất đi qua mặt cắt ngang quy định của đường thông gió trong một đơn vị thời gian.

CHÚ THÍCH: Lưu lượng khối lượng sẽ như nhau tại tất cả các mặt cắt ngang trong hệ thống đường thông gió của quạt, ngoại trừ sự rò rỉ. Khi quạt không kín khí thì lưu lượng khối lượng được lấy là lưu lượng ở đầu vào hoặc đầu ra của quạt khi thích hợp.

3.1.48

Lưu lượng thể tích cố định ở đầu vào (inlet stagnation volume flow)

q_{Vsg1}

Lưu lượng khối lượng chia cho mật độ cố định ở đầu vào

$$q_{Vsg1} = \frac{q_m}{\rho_{sg1}}$$

3.1.49

Lưu lượng thể tích cố định ở đầu ra (oulet stagnation volume flow)

q_{Vsg2}

Lưu lượng khối lượng chia cho mật độ cố định ở đầu ra.

$$q_{Vsg2} = \frac{q_m}{\rho_{sg2}}$$

3.1.50

Lưu lượng thể tích tại tiết diện x (volume flow at a section x)

q_{Vx}

Lưu lượng khối lượng tại mặt cắt ngang quy định của đường thông gió chia cho giá trị trung bình tương ứng theo thời gian của mật độ trung bình tại tiết diện này.

$$q_{Vx} = \frac{q_m}{\rho_x}$$

3.1.51

Tốc độ trung bình tại tiết diện x (average velocity at a section x)

v_{mx}

Lưu lượng thể tích tại mặt cắt ngang quy định của đường thông gió chia cho diện tích mặt cắt ngang A.

$$v_{mx} = \frac{q_{Vx}}{A_x}$$

CHÚ THÍCH: Đây là giá trị trung bình theo thời gian của thành phần trung bình của tốc độ lưu chất vuông góc với tiết diện này.

3.1.52

Công của quạt trên một đơn vị khối lượng (fan work per unit mass)

y

Độ tăng của cơ năng trên một đơn vị khối lượng của lưu chất đi qua quạt.

$$y = \frac{p_2 - p_1}{\rho_m} + \frac{v_{m2}^2}{2} - \frac{v_{m1}^2}{2}$$

CHÚ THÍCH: Có thể tính toán y như trong 3.1.57.

3.1.53

Công tĩnh của quạt trên một đơn vị khối lượng (fan static work per unit mass)

y_s

$$y_s = \frac{p_2 - p_1}{\rho_m} - \frac{v_{m1}^2}{2}$$

3.1.54

Tỷ số nén của quạt (fan pressure ratio)

r_{Fp}

Tỷ số giữa áp suất cố định tuyệt đối trung bình tại tiết diện đầu ra của quạt và áp suất cố định tuyệt đối trung bình tại tiết diện đầu vào của quạt.

$$r_{Fp} = \frac{p_{sg2}}{p_{sg1}}$$

3.1.55

Tỷ số giữa mật độ đầu vào và mật độ trung bình (density ratio of inlet density to mean density)

k_ρ

Mật độ lưu chất ở đầu vào của quạt chia cho mật độ trung bình trong quạt.

$$k_\rho = \frac{2\rho_1}{\rho_1 + \rho_2}$$

3.1.56

Hệ số nén (compressibility coefficient)

k

Tỷ số giữa công cơ học do quạt tạo ra đối với không khí và công có thể được tạo ra đối với một lưu chất không nén được có cùng một lưu lượng khối lượng, mật độ ở đầu vào và tỷ số nén.

CHÚ THÍCH 1: Công tạo ra thu được từ công suất của bộ cánh quạt với giả thiết có sự giãn nở đẳng entropy và không có sự truyền nhiệt qua vỏ quạt.

CHÚ THÍCH 2: k được cho bởi biểu thức,

$$k = \frac{(\kappa - 1)\rho_{sg1} P_r \log_{10} r_{Fp}}{\kappa\, q_m\, p_F \log_{10}\left[1 + \dfrac{(\kappa - 1)\rho_{sg1} P_r (r - 1)}{\kappa\, q_m\, p_F}\right]}$$

3.1.57

Công suất thông gió của quạt (fan air power)

P_u

Công suất ra qui ước là tích số của lưu lượng khối lượng và công của quạt trên một đơn vị khối lượng hoặc tích số của lưu lượng thể tích ở đầu vào, hệ số nén k và áp suất của quạt.

$$P_u = q_m y \equiv q V_{sg1} p_F k$$

3.1.58

Công suất thông gió tĩnh của quạt (fan static air power)

P_{us}

Công suất ra qui ước là tích số của lưu lượng khối lượng q_m và công tĩnh của quạt trên một đơn vị khối lượng hoặc tích số của lưu lượng thể tích ở đầu vào, hệ số nén k và áp suất tĩnh của quạt p_{sF}

$$P_{us} = q_m y_s \equiv q_{Vsg1} k\, p_{sF}$$

3.1.59

Công suất của bộ cánh quạt (impeller power)

P_f

Cơ năng được cung cấp cho bộ cánh quạt.

3.1.60

Công suất của trục quạt (fan shaft power)

P_s

Cơ năng được cung cấp cho trục quạt.

3.1.61

Công suất ra của động cơ (motor outtput power)

P_o

Công suất ra của trục động cơ hoặc động cơ chính khác.

3.1.62

Công suất vào của động cơ (motor input power)

P_e

Công suất điện được cung cấp tại các đầu cuối của truyền động điện cho động cơ.

CHÚ THÍCH: Với các dạng truyền động khác thường không biểu thị công suất vào động cơ chính dưới dạng công suất.

3.1.63

Tốc độ quay (rotational speed)

N

Số vòng quay của bộ cánh quạt trong một phút.

3.1.64

Tần số quay (rotational frequency)

n

Số vòng quay của bộ cánh quạt trong một giây.

3.1.65

Tốc độ ở đầu mút các cách quạt (tip speed)

u

Tốc độ biên ngoài của các đỉnh cánh quạt.

3.1.66

Số Mach biên ngoài (peripheral Mach number)

Ma_u

Thông số không thứ nguyên bằng tỷ số giữa tốc độ ở đầu mút các cánh quạt và tốc độ âm thanh trong khí ở điều kiện cố định của đầu vào quạt.

$$Ma_u = \frac{u}{\sqrt{\kappa R_w \theta_{sg1}}}$$

3.1.67

Số Mach của quạt (fan Mach number)

M_{af}

Đại lượng qui ước được sử dụng như một tham số tỷ lệ.

CHÚ THÍCH: Số Mach của quạt là tốc độ ở đầu mút các cách quạt chia cho tốc độ âm thanh trong không khí tiêu chuẩn.

$$M_{af} = \frac{\pi D_r n}{c}$$

trong đó:

c = 340 m.s^{-1} đối với nhiệt độ môi trường xung quanh.

3.1.68

Hiệu suất của bộ cánh quạt (fan impeller efficiency)

η_a

Công suất thông gió của quạt, P_u, chia cho công suất của bộ cánh quạt, P_r.

3.1.69

Hiệu suất tĩnh của bộ cánh quạt (fan impeller static efficiency)

η_{sr}

Công suất tĩnh của quạt, P_{us}, chia cho công suất của bộ cánh quạt, P_r.

3.1.70

Hiệu suất của trục quạt (fan shaft efficiency)

η_a

Công suất thông gió của quạt, P_u, chia cho công suất của trục quạt, P_a.

CHÚ THÍCH: Công suất của trục quạt bao gồm các tổn thất của ổ trục, trong khi công suất của bộ cánh quạt không bao gồm các tổn thất này.

3.1.71

Hiệu suất của động cơ quạt (fan motor efficiency)

η_M

Công suất thông gió của quạt, P_U, chia cho công suất ra của động cơ, P_0.

3.1.72

Hiệu suất chung (overall efficiency)

η_e

Công suất thông gió của quạt, P_U, chia cho công suất vào của tổ hợp quạt và động cơ.

3.1.73

Hệ số động năng tại tiết diện x có diện tích A_x (kinetic energy factor at a section x of area A_x)

α_{Ax}

Hệ số không thứ nguyên bằng thông lượng trung bình theo thời gian của động năng trên một đơn vị khối lượng qua diện tích được xem xét A_X chia cho động năng trên một đơn vị khối lượng tương ứng với tốc độ trung bình của không khí qua diện tích này.

$$\alpha_{Ax} = \frac{\iint_{Ax}(\rho v_n v^2)dAx}{q_m v_{mx}^2}$$

trong đó:

v là tốc độ cục bộ tuyệt đối;

v_n là thành phần của tốc độ cục bộ vuông góc với mặt cắt ngang.

CHÚ THÍCH: Đối với tiêu chuẩn này đã có sự thỏa thuận rằng theo qui ước trong công nghệ quạt α_{Ax} bằng một.

3.1.74

Chỉ số động học tại tiết diện x (kinetic index at a section x)

i_{kx}

Hệ số không thứ nguyên bằng tỷ số giữa động năng trên một đơn vị khối lượng tại tiết diện x và công của quạt trên một đơn vị khối lượng.

$$i_{kx} = \frac{v_{mx}^2}{2y}$$

3.1.75

Số Reynolds tại tiết diện x (Reynolds number at a section x)

Re_x

Tích số của tốc độ cục bộ, mật độ cục bộ và độ dài thang đo có liên quan (đường kính ống dẫn, dây cung của cánh) chia cho độ nhớt động lực học.

$$Re_x = \frac{\rho_x v_{mx} D_x}{\mu_x}$$

CHÚ THÍCH: Số Reynolds là một thông số không thứ nguyên xác định trạng thái phát triển của dòng chảy và được sử dụng như một tham số tỷ lệ.

3.1.76

Số Reynolds của quạt (fan Reynolds number)

Re_F

Tích số của tốc độ ở đầu mút các cánh quạt, mật độ ở đầu vào và đường kính của bộ cánh quạt chia cho độ nhớt động lực học của lưu chất ở đầu vào của quạt.

$$Re_F = \frac{\rho_1 \pi n D_r^2}{\mu_1}$$

CHÚ THÍCH: Số Reynolds của quạt là một đại lượng qui ước được sử dụng như một tham số tỷ lệ.

3.1.77

Hệ số tổn thất do ma sát (friction loss coefficient)

$(\xi_{x\text{-}y})_y$

Hệ số không thứ nguyên đối với các tổn thất do ma sát giữa các tiết diện x và y của ống dẫn, được tính toán cho tốc độ và mật độ tại tiết diện y.

CHÚ THÍCH: Đối với dòng lưu chất không nén được,

$$\Delta p_{x-y} = \frac{1}{2} \rho_y v_{my}^2 (\zeta_{x-y})_y$$

3.1.78

Hệ số lưu lượng của quạt (fan flow coefficient)

ϕ

Đại lượng không thứ nguyên bằng lưu lượng khối lượng chia cho tích số của mật độ trung bình, tốc độ biên ngoài của bộ cánh quạt và bình phương đường kính của bộ cánh quạt.

$$\phi = \frac{q_m}{\rho_m u D_r^2}$$

3.1.79

Hệ số công của quạt trên một đơn vị khối lượng (fan work per unit mass coefficient)

ψ

Đại lượng không thứ nguyên bằng công của bộ cánh quạt trên một đơn vị khối lượng chia cho bình phương tốc độ biên ngoài của bộ cánh quạt và bình phương đường kính của bộ cánh quạt.

$$\psi = \frac{y}{u^2}$$

3.1.80

Hệ số công suất của quạt (fan power coefficient)

λ_P

Đại lượng không thứ nguyên bằng công suất của bộ cánh quạt chia cho tích số của mật độ trung bình với lập phương tốc độ biên ngoài của bộ cánh quạt và bình phương đường kính của bộ cánh quạt.

$$\lambda_P = \frac{P_r}{\rho_m u^3 D_r^2}$$

3.2 Ký hiệu

A	Diện tích của tiết diện ống dẫn	m^2
A_x	Diện tích tiết diện x của ống dẫn	m^2
A_w	Hệ số hiệu chỉnh đối với áp suất riêng phần của hơi nước ở một nhiệt độ đã cho	
A_1	Diện tích đầu vào của quạt	m^2
A_2	Diện tích đầu ra của quạt	m^2
b	Khoảng cách từ thành tới điểm đo gần nhất	m
c	Tốc độ của âm thanh trong không khí	ms^{-1}
c_p	Nhiệt dung riêng ở áp suất không đổi	$J.kg^{-1} K^{-1}$
c_V	Nhiệt dung riêng ở thể tích không đổi	$J.kg^{-1}K^{-1}$
d	Đường kính của đầu dò tốc độ	mm

D	Đường kính trong của ống dẫn có mặt cắt ngang tròn	m
D_a	Đường kính trong nhỏ nhất của ống dẫn tròn	m
D_e	Đường kính tương đương của ống dẫn có mặt cắt ngang không tròn	m
D_h	Đường kính thủy lực của ống dẫn	m
D_f	Đường kính của bộ cánh quạt	m
e	Chiều dày của vòng nằm trong ống dẫn tròn	m
e_{pF}	Độ không đảm bảo đo áp suất của quạt	
e_q	Độ không đảm bảo đo lưu lượng	
e_Δ	Độ không đảm bảo của đường đặc tính	
f	Độ không đảm bảo bổ sung	
f_i	Hệ số trọng lượng	
F	Hệ số gần đúng	
F_M	Hệ số Mach	
g	Gia tốc trọng trường	ms^{-2}
h	Khoảng cách nằm ngang của đầu dò từ thành chuẩn khi sử dụng hệ tọa độ vuông góc	m
h_u	Độ ẩm tương đối $\left(h_u = \frac{p_v}{p_{sat}}\right)$	
H	Chiều cao tiết diện chữ nhật của ống dẫn	m
i_k	Chỉ số động học của lưu lượng	
i_{kx}	Chỉ số động học tại tiết diện x	
I	Dòng điện trên dây dẫn	A
k	Hệ số nén	
k_ρ	Tỷ số mật độ	
l	Chiều dài của đường ngang	m
l_a	Chiều dài của đường ngang ở khoảng cách tính từ thành chuẩn	m
l_o	Chiều dài của đường ngang ở khoảng cách 0 tính từ thành chuẩn	m
l_x	Chiều dài của đường ngang ở khoảng cách x tính từ thành chuẩn	m
L	Chiều dài của tiết diện hình chữ nhật của ống dẫn hoặc chiều dài lớn	m

	nhất có thể có của tiết diện có bất cứ hình dạng nào	
L_D	Chiều dài của ống dẫn	m
r_p	Kích thước bên trong của ống dẫn theo chiều vuông góc với thành gần nhất đến đầu dò	m
Ma	Số Mach tại một điểm	
Ma_F	Số Mach của quạt	
Ma_x	Số Mach tại tiết diện x	
n	Tần số quay của bộ cánh quạt	$r.s^{-1}$
N	Tốc độ quay của bộ cánh quạt	$r.min^{-1}$
N_r	Số lượng các đường ngang	
p	Áp suất trung bình trong không gian và thời gian của lưu chất, nghĩa là áp suất tĩnh tuyệt đối	Pa
p_a	Áp suất khí quyển (tuyệt đối)	Pa
p_d	Áp suất động lực học tại một điểm	Pa
p_{dx}	Áp suất động lực học tại tiết diện x	Pa
p_{dF}	Áp suất động lực học của quạt	Pa
p_e	Áp suất áp kế	Pa
p_{esgx}	Áp suất cố định theo áp kế tại tiết diện x	Pa
p_{ex}	Áp suất trung bình theo áp kế tại tiết diện x	Pa
p_F	Áp suất (cố định) của quạt	Pa
p_l	Nghịch đảo số mũ của định luật đặc tính về sự phát triển các tốc độ ở thành (có tính đến các kết quả đo độ nhám bề mặt của các thành và giá trị của các số Reynolds	
p_{sat}	Áp suất hơi bão hòa	Pa
p_{sF}	Áp suất tĩnh của quạt	Pa
p_{sg}	Áp suất cố định tuyệt đối tại một điểm	Pa
p_{sgx}	Áp suất cố định tuyệt đối tại tiết diện x	Pa
p_t	Áp suất tổng tại một điểm	Pa
p_{tx}	Áp suất tổng tại tiết diện x	Pa
p_v	Áp suất riêng phần của hơi nước	Pa

p_x	Áp suất trung bình tuyệt đối tại tiết diện x	Pa
p_1	Áp suất tĩnh tuyệt đối ở tiết diện đầu vào	Pa
p_2	Áp suất tĩnh tuyệt đối ở tiết diện đầu ra	Pa
P_a	Công suất cơ học của trục quạt	W
P_e	Công suất vào của động cơ	W
P_f	Công suất tổn thất do ma sátd	W
P_o	Công suất có thể có được tại trục ra của truyền động	W
P_r	Công suất cơ học (cơ năng) cung cấp cho bộ cánh quạt	W
P_u	Công suất thông gió của quạt	W
P_{us}	Công suất tĩnh của quạt	W
q_m	Lưu lượng khối lượng	$Kg.s^{-1}$
q_V	Lưu lượng thể tích	$m^3.s^{-1}$
q_{Vr}	Lưu lượng thể tích thực	$m^3.s^{-1}$
q_{Vs}	Lưu lượng thể tích tương ứng với các điều kiện sử dụng tiêu chuẩn của thiết bị DP	$m^3.s^{-1}$
q_{Vsg1}	Lưu lượng thể tích ở đầu vào trong điều kiện cố định	$m^3.s^{-1}$
q_{Vsg2}	Lưu lượng thể tích ở đầu ra trong điều kiện cố định	$m^3.s^{-1}$
q_{Vx}	Lưu lượng thể tích ở tiết diện x	$m^3.s^{-1}$
r	Bán kính của ống dẫn	m
r_{FP}	Tỷ số nén của quạt	
r_A	Tỷ số diện tích của tấm có lỗ định cỡ (lỗ phun)	
R	Hằng số khí riêng	$J.kg^{-1}.K^{-1}$
R_D	Giá trị cực hạn của bán kính ống dẫn	m
Re_x	Số Reynolds tại tiết diện x	
R_w	Hằng số khí riêng của không khí ẩm	$J.kg^{-1}.K^{-1}$
S	Độ dốc tỷ lệ đặc tính của lỗ phun tương đương	
t	Nhiệt độ của không khí hoặc lưu chất được đo bằng cảm biến nhiệt	°C

	độ	
t_d	Nhiệt độ bầu khô	°C
t_x	Nhiệt độ tĩnh tại tiết diện x	°C
t_w	Nhiệt độ bầu ướt	°C
u	Tốc độ biên ngoài của bộ cánh quạt	$m.s^{-1}$
U	Điện áp của dòng điện	
v	Tốc độ cục bộ tuyệt đối	$m.s^{-1}$
v_a	Tốc độ chiều trục tại tiết diện thử	$m.s^{-1}$
v_m	Giá trị trung bình của v theo thời gian	$m.s^{-1}$
v_{m1}	Giá trị trung bình của v ở tiết diện đầu vào theo thời gian	$m.s^{-1}$
v_{m2}	Giá trị trung bình của v ở tiết diện đầu ra theo thời gian	$m.s^{-1}$
v_{mx}	Giá trị trung bình của v ở tiết diện x theo thời gian	$m.s^{-1}$
v_n	Tốc độ cục bộ vuông góc với mặt cắt ngang	$m.s^{-1}$
$v_{x(y)}$	Biểu đồ của các tốc độ dọc theo đoạn đường thăm dò của hoành độ x	$m.s^{-1}$
V	Thể tích của lưu chất	$m.s^{-1}$
y	Khoảng cách thẳng đứng của đầu dò từ thành chuẩn khi sử dụng hệ tọa độ vuông góc	m
y_F	Hệ số công của quạt trên một đơn vị khối lượng	$J.kg^{-1}$
y_{Fs}	Công tĩnh của quạt trên một đơn vị khối lượng	$J.kg^{-1}$
z	Độ cao trung bình của quạt từ mặt phẳng chuẩn	m
z_1	Độ cao trung bình của đầu vào quạt từ mặt phẳng chuẩn	m
z_2	Độ cao trung bình của đầu ra của quạt từ mặt phẳng chuẩn	m
Z	Hệ số nén	
α_A	Hệ số động năng của dòng chảy	
α_{A1}	Giá trị của hệ số α ở tiết diện đầu vào có diện tích A	
α_{A2}	Giá trị của hệ số α ở tiết diện đầu ra có diện tích A	
δq_V	Độ không đảm bảo tuyệt đối trong lưu lượng thể tích q_V.	$m^3.s^{-1}$
Δp	Áp suất chênh (Độ chênh áp)	Pa

Δq_v	Sai số giới hạn tuyệt đối khi xác định lưu lượng thể tích q_v	$m^3.s^{-1}$
Δz	Độ cao tại khí áp kế trừ đi độ cao của quạt	m
ε	Hệ số giãn nở	
η_a	Hiệu suất của trục quạt	
η_e	Hiệu suất chung (hoặc hiệu suất của thiết bị)	
η_{Ms}	Hiệu suất của trục động cơ	
η_M	Hiệu suất của động cơ	
η_r	Hiệu suất của bộ cánh quạt	
η_{sr}	Hiệu suất tĩnh của bộ cánh quạt	
η_{tr}	Hiệu suất của truyền động	
κ	Hệ số nhiệt dung riêng (ở áp suất và thể tích không đổi)	
λ	Hệ số ma sát Darcy	
λ_p	Hệ số công suất của quạt	
ξ	Hệ số tổn thất do ma sát ($\xi = \lambda L D_h^{-1}$)	
μ_x	Độ nhớt động lực học của lưu chất tại tiết diện x	Pa.s
μ_1	Độ nhớt động lực học của lưu chất ở đầu vào của quạt	Pa.s
ρ	Mật độ của lưu chất	$kg.m^{-3}$
ρ_m	Mật độ trung bình	$kg.m^{-3}$
ρ_{12}	Giá trị trung bình cộng theo thời gian của các mật độ ở đầu vào và đầu ra.	$kg.m^{-3}$
ρ_x	Mật độ trung bình tại tiết diện x	$kg.m^{-3}$
ρ_1	Mật độ trung bình ở tiết diện đầu vào	$kg.m^{-3}$
ρ_2	Mật độ trung bình ở tiết diện đầu ra	$kg.m^{-3}$
ρ_{sg1}	Mật độ cố định ở đầu vào	$kg.m^{-3}$
θ	Nhiệt độ tuyệt đối	K
θ_{sg}	Nhiệt độ cố định tại một điểm	K
θ_{sgx}	Nhiệt độ cố định tại tiết diện x	K
θ_x	Nhiệt độ tĩnh hoặc nhiệt độ lưu chất tại tiết diện x	K

ϕ	Hệ số lưu lượng của quạt	
ψ	Góc cực	radian
Ψ	Công của quạt trên một đơn vị hệ số khối lượng	

4 Đại lượng được đo

Dòng lưu chất trong quạt và trong thiết bị phục vụ quạt không bao giờ ổn định hoàn toàn. Tuy nhiên, các đại lượng liên quan đến trạng thái và sự dịch chuyển đặc trưng cho dòng chảy này có các giá trị trung bình ổn định theo thời gian, ít nhất là trong vùng làm việc bình thường của quạt khi sức cản của hệ thống được giữ không đổi và tốc độ quay của quạt được duy trì trong phạm vi sai lệch 0,5 %.

Có thể tính đến các độ dao động ảnh hưởng đến các đặc tính được nghiên cứu bằng cách lặp lại các phép đo ở các khoảng thời gian thích hợp sao cho có thể tính toán các giá trị trung bình đại diện thực sự cho các giá trị trung bình mong muốn theo thời gian và các giá trị này trở thành các giá trị hầu như ổn định.

Đối với dòng lưu chất thường xuyên có tính chất này được tạo ra bởi sự làm việc của một quạt công nghiệp trong khu vực kín khí của đường thông gió không có ống nhánh (tiết diện vào 1, tiết diện ra 2 của Hình 1), biểu thức sau được dùng làm cơ sở cho việc xác định ảnh hưởng của quạt đến dòng chảy xem xét:

$$y = \frac{p_u}{q_m} = \frac{p_2 - p_1}{\rho_m} + \frac{\alpha_{A2} v_{m2}^2}{2} - \frac{\alpha_{A1} v_{m1}^2}{2} + g\left(z_2 - z_1\right)$$

Theo qui ước, đối với tiêu chuẩn này $\alpha_{A2} = \alpha_{A1} = 1$.

5 Điều kiện chung và qui trình liên quan đến thử nghiệm tại hiện trường

5.1 Khuyến nghị chung

Phải thực hiện các thử nghiệm tại hiện trường sau khi đã có sự kiểm tra ban đầu bảo đảm rằng quạt vận hành đúng.

Không được có sự rò rỉ khí đáng kể vào trong hoặc ra ngoài đường thông gió giữa quạt và bất cứ mặt phẳng đo lưu lượng hoặc áp suất nào. Không được có sự quay vòng của khí không theo dự định giữa đầu vào và đầu ra của quạt. Các biện pháp cần thiết về an toàn của người thử nghiệm và phòng ngừa hư hỏng cho quạt không được có ảnh hưởng đáng kể đến đường đặc tính của quạt thử nghiệm.

Trước khi bắt đầu các phép thử nghiệm thu, nhà cung cấp phải có quyền kiểm tra để bảo đảm rằng quạt được chế tạo tốt và có thể thực hiện được bất cứ sự điều chỉnh cần thiết nào.

5.2 Lựa chọn điểm thử khi chỉ có thể thay đổi được sức cản của hệ thống

Nếu một quạt không có cơ cấu điều chỉnh (ví dụ, bước cánh thay đổi được, cánh điều chỉnh được hoặc điều chỉnh cánh ở đầu vào) cần kiểm tra một điểm vận hành duy nhất được quy định và nếu chỉ có thể thay đổi được sức cản của hệ thống thì các phép đo phải được thực hiện ở ít nhất là ba điểm vận hành được lựa chọn như sau.

a) Đối với điểm có lưu lượng nhỏ nhất, giá trị lưu lượng hoặc hệ số lưu lượng phải nhỏ hơn giá trị ở điểm quy định và phải ở trong khoảng từ 85 % đến 90 % giá trị tại điểm quy định này, nếu có thể thực hiện được.

b) Đối với điểm có lưu lượng lớn nhất, giá trị lưu lượng hoặc hệ số lưu lượng phải lớn hơn giá trị tại điểm quy định, và phải ở trong khoảng từ 110 % đến 115 % giá trị tại điểm quy định này, nếu có thể thực hiện được.

c) Đối với điểm trung gian, giá trị lưu lượng hoặc hệ số lưu lượng phải càng gần với giá trị tại điểm quy định càng tốt và phải ở trong khoảng từ 97 % đến 103 % giá trị tại điểm quy định này, nếu có thể thực hiện được.

Nếu một quạt không có cơ cấu điều chỉnh thì phải kiểm tra nhiều hơn một điểm vận hành quy định và nếu chỉ có thể thay đổi sức cản của hệ thống thông gió thì điểm đo phải được lựa chọn như sau.

d) Phải lựa chọn một điểm thử tương đương với mỗi điểm quy định để thu được một giá trị lưu lượng được hiệu chỉnh nếu cần tính đến sự thay đổi tốc độ so với tốc độ quy định hoặc thu được giá trị của hệ số lưu lượng của quạt càng gần với giá trị tại điểm quy định càng tốt với sai lệch trong khoảng 3 %, nếu có thể thực hiện được.

e) Sự thay đổi của lưu lượng hoặc hệ số lưu lượng giữa hai điểm thử lân cận nhau không được vượt quá 10 % giá trị trung bình cộng của các hệ số lưu lượng tại điểm quy định này.

f) Phạm vi của các điểm thử phải mở rộng ra cả hai phía bên ngoài phạm vi các điểm quy định.

Theo thỏa thuận giữa các bên có liên quan, số lượng và phạm vi của các điểm vận hành có thể được giảm đi.

5.3 Quạt được lắp với cơ cấu điều chỉnh

Khi quạt được lắp với cơ cấu điều chỉnh về hình học, điểm đo phải đạt được bằng cách chỉnh đặt cơ cấu điều chỉnh của quạt và sức cản hệ thống của đường thông gió sao cho các giá trị của các hệ số lưu lượng và áp suất tại điểm thử này càng gần với các hệ số của điểm thử quy định tương ứng càng tốt với sai lệch nhỏ hơn 4 % nếu có thể thực hiện được.

Nên xác định các giá trị chỉnh đặt chính xác của các cơ cấu điều chỉnh bằng thử nghiệm ban đầu.

Các điểm phụ thêm phải được cộng vào mỗi điểm đo tương ứng đã thu được này khi giữ cơ cấu điều chỉnh ở cùng một vị trí, chỉ sửa đổi sức cản của hệ thống và tuân theo các khuyến nghị được đặt ra cho trường hợp chỉ có một điểm vận hành quy định.

5.4 Cơ cấu tiết lưu của hệ thống cho phép thay đổi sức cản của hệ thống

Để thu được các điểm khác nhau trên các đường cong đặc tính của quạt, lưu lượng phải được giảm đi bằng cách tiết lưu hệ thống hoặc được tăng lên bằng cách mở van tràn (bypass). Các cơ cấu này phải được xác định vị trí sao cho không gây nhiễu cho dòng chảy trong tiết diện đo hoặc trong quạt.

Nên tránh bố trí hai cơ cấu hạn chế nối tiếp nhau vì có thể tạo ra sự mạch động của dòng chảy.

Các cơ cấu tiết lưu của hệ thống trong chừng mực có thể phải đối xứng nhau và không được gây ra dòng xoáy. Phải ưu tiên lắp đặt các cơ cấu này ở phía cuối dòng của quạt. Nếu không thể đáp ứng được yêu cầu này thì chúng phải được lắp đặt ở phía đầu dòng của đầu vào quạt. Phải bảo đảm rằng các vị trí lắp đặt này không gây nhiễu đáng kể cho các phép đo hoặc hoạt động của quạt.

Trong bất cứ trường hợp nào, các cơ cấu tiết lưu của hệ thống phải được đặt ở phía cuối dòng cách quạt[1)] tối thiểu là $5D_h$ hoặc ở phía đầu dòng cách quạt tối thiểu là $10D_h$, D_h là đường kính thủy lực của ống dẫn [2)].

Cần lưu ý rằng các khoảng cách đã đưa ra thường không đủ để giảm nhiễu của dòng chảy trong quạt tới mức có thể bỏ qua.

Trong các trường hợp còn có nghi ngờ lớn, phải thực hiện thử nghiệm thích hợp để kiểm tra các điều kiện của dòng chảy.

Cũng cho phép sử dụng các biện pháp khác (ví dụ các quạt được lắp nối tiếp hoặc song song) để có thể thay đổi điểm vận hành của quạt mà không gây nhiễu cho các điều kiện của dòng chảy trong quạt và tiết diện đo.

5.5 Lựa chọn điểm thử khi sức cản hệ thống không thể thay đổi được

Khi không thể thay đổi được sức cản hệ thống của đường thông gió thì phép đo chỉ có thể thực hiện được cho một điểm vận hành. Trong trường hợp này cần có sự thỏa thuận của các bên có liên quan về ảnh hưởng của phép thử chỉ có thể được thực hiện tại một điểm này.

5.6 Khi hiệu chỉnh hệ số được rút ra từ thử nghiệm là không cần thiết

Khi các giá trị của mật độ và độ nhớt của lưu chất và tốc độ quay của quạt được đo trong quá trình thử nghiệm không sai khác quá 10 % so với giá trị quy định của hệ số Reynolds của quạt thì không cần thiết phải hiệu chỉnh các hệ số không thứ nguyên được rút ra từ thử nghiệm.

[1)] Với điều kiện là các chiều dài này đủ để tránh độ không chính xác trong phép đo lưu lượng và áp suất của lưu chất ở cả hai phía của quạt.

6 Dụng cụ đo

6.1 Dụng cụ đo áp suất

6.1.1 Khí áp kế

Áp suất khí quyển trong hàng rào thử nghiệm phải được xác định với độ không đảm bảo không vượt quá ± 0,3 %.

Các khí áp kế kiểu cột thủy ngân đọc trực tiếp cần đọc được tới giá trị gần nhất 100 Pa (1 mbar) hoặc tới giá trị gần nhất 1mm thủy ngân. Các khí áp kế này cần được hiệu chuẩn và sự hiệu chỉnh được áp dụng để đọc các thông số như đã quy định trong TCVN 9439 (ISO 5801). Có thể không cần thiết phải hiệu chỉnh nếu thang đo được đặt trước cho giá trị theo vùng của g (tối phạm vi ± 0,01 m/s^2) và cho nhiệt độ phòng (trong phạm vi ± 10 °C).

Có thể sử dụng các khí áp kế kiểu hộp hoặc kiểu chuyển đổi áp suất phải có độ chính xác hiệu chuẩn ± 200 Pa và việc hiệu chuẩn được kiểm tra tại thời gian thử.

Nên ưu tiên bố trí khí áp kế trong hàng rào thử. Nếu khí áp kế được đặt ở nơi khác trong vùng thì nên áp dụng giá trị hiệu chỉnh $\rho_a.g.\Delta z$, tính bằng pascal, cho bất cứ chênh lệnh độ cao nào vượt quá 10 m.

6.1.2 Áp kế

Các áp kế đối với phép đo chênh áp phải có độ không đảm bảo đo trong các điều kiện áp suất ổn định sau khi áp dụng bất cứ sự hiệu chỉnh nào cho quá trình hiệu chuẩn (bao gồm cả sự hiệu chỉnh cho bất cứ sự khác biệt nào về nhiệt độ so với nhiệt độ hiệu chuẩn) không được vượt quá ± 1 % áp suất có giá trị hoặc 1,5 Pa, lấy giá trị lớn hơn.

Cần lấy áp suất có giá trị là áp suất của quạt ở chế độ làm việc định mức hoặc độ chênh áp khi đo lưu lượng thể tích định mức theo chức năng của áp kế, chế độ làm việc định mức thường khá gần với điểm có hiệu suất tốt nhất trên đường đặc tính của quạt.

Các áp kế thường có kiểu cột chất lỏng thẳng đứng hoặc nghiêng, nhưng các bộ chuyển đổi áp suất có các bộ chỉ thị hoặc ghi được chấp nhận tùy thuộc vào có cùng độ chính xác và các yêu cầu về hiệu chuẩn.

Nên thực hiện hiệu chuẩn cho một loạt các áp suất ổn định được lấy theo cả trình tự tăng và trình tự giảm để kiểm tra đối với bất cứ sự khác biệt nào. Dụng cụ chuẩn nên là một áp kế chính xác hoặc một vi áp kế có khả năng đọc tới độ chính xác 0,25 % hoặc 0,5 Pa, lấy giá trị lớn hơn.

Các áp kế nên được định vị và hiệu chuẩn ở độ cao trung bình của quạt hoặc khi độ chênh lệch vượt quá 10 m thì nên áp dụng hiệu chuẩn được cho trong 6.1.1.

6.1.3 Giảm chấn cho áp kế

Các dao động nhanh của số đọc trên áp kế nên được hạn chế sao cho có thể ước lượng được số đọc trung bình trong phạm vi ± 1,0 % áp suất có giá trị. Có thể giảm chấn trong các đầu nối thông gió dẫn đến áp kế hoặc trong mạch chất lỏng của dụng cụ. Giảm chấn nên được thực hiện theo quy luật tuyến tính và bảo đảm cho sức cản chuyển động là như nhau theo mỗi chiều. Không nên thực hiện giảm chấn quá mạnh để có thể ngăn cản sự chỉ thị chính xác các thay đổi chậm. Nếu xảy ra các thay đổi chậm thì nên lấy đủ lượng số đọc để xác định giá trị trung bình trong phạm vi ±1,0 % áp suất có giá trị.

Nếu cần có sự giảm chấn tuyến tính thì yêu cầu này có thể đạt được bằng cách đưa vào các đoạn ống ngắn có lỗ nhỏ hoặc ống mao dẫn bằng thủy tinh ở mỗi bên của áp kế.

6.1.4 Kiểm tra áp kế

Các áp kế kiểu cột chất lỏng nên được kiểm tra ở vị trí thử nghiệm của chúng để xác nhận sự hiệu chuẩn gần với áp suất có giá trị. Các dụng cụ đo kiểu ống nghiêng nên được kiểm tra thường xuyên về mức và kiểm tra lại đối với sự hiệu chuẩn nếu bị nhiễu. Phải kiểm tra số đọc "không" của tất cả các áp kế trước và sau mỗi loạt số đọc không gây nhiễu cho dụng cụ. Phải chú ý bảo đảm rằng tất cả các ống và đầu nối đến các dụng cụ khác không bị tắc hoặc rò rỉ.

6.2 Đo tốc độ không khí

6.2.1 Ống Pitot tĩnh

Phải sử dụng ống pitot tĩnh được mô tả trong TCVN 9439 (ISO 5801) mà không có sự hiệu chuẩn ban đầu (cũng xem ISO 3966 và ISO 7194).

Khi sử dụng áp suất chênh (Δp) được đo bằng dụng cụ này cùng với một áp kế, tốc độ cục bộ của lưu chất có thể được tính toán theo công thức:

$$v = \left[\frac{2\Delta p}{\rho}\right]^{1/2}$$

Giới hạn dưới của số đo áp suất chênh phụ thuộc vào độ chính xác yêu cầu đối với việc xác định này và độ chính xác của vi áp kế được lựa chọn. Trong các điều kiện bình thường của công nghiệp không nên sử dụng ống Pitot tĩnh ở các tiết diện tại đó áp suất chênh tại bất cứ điểm đo nào nhỏ hơn 10 Pa.

Để duy trì sai số về lưu lượng do gradien tốc độ dọc theo tiết diện đo, trong các giới hạn không đáng kể tỷ số d/D_h của đường kính d của đầu ống chia cho đường kính thủy lực D_h của ống dẫn không được vượt quá 0,02.

a) Ống Pitot tĩnh phải được chế tạo tuân theo các đặc tính kích thước được mô phỏng và phải ở trong tình trạng tốt.

b) Đường trục của đầu ống Pitot tĩnh phải song song với đường trục của ống dẫn với sai lệch trong phạm vi ± 5^0, phải có các cơ cấu thích hợp để đáp ứng yêu cầu này.

c) Ống Pitot tĩnh phải được giữ chắc chắn tại vị trí trong quá trình thực hiện các phép đo.

d) Khoảng cách giữa đường trục của ống Pitot tĩnh và thành phải lớn hơn đường kính của đầu ống.

e) Số Reynolds cục bộ có liên quan đến đường kính của đầu ống phải lớn hơn 500. Điều này có nghĩa là đối với không khí ở áp suất và nhiệt độ của khí quyển, tốc độ cục bộ v tính bằng met trên giây không nên nhỏ hơn $v = 7{,}5/d$, trong đó d là đường kính của đầu ống, tính bằng milimet.

f) Góc được tạo thành bởi chiều của dòng chảy tại mỗi điểm và đường trục của ống dẫn thường không vượt quá 10^0, trừ trường hợp số điểm tương đối nhỏ tại đó giá trị này có thể đạt tới 15^0.

Có thể đo góc này bằng một trong các phương pháp sau:

- Đầu dò hình trụ có ba lỗ và ít nhất là hai áp kế; đây là phương pháp đơn giản hơn khi sử dụng chính lỗ này làm ống Pitot tĩnh;

- Chong chóng gió có dụng cụ chỉ báo;

- Tời hoặc phong tốc kế có các cánh hướng kính và đo tốc độ quay.

Các cơ cấu đánh dấu các điểm đo phải được đặt ở phía cuối dòng của tiết diện đo và tổng diện tích bị tắc nghẽn không được lớn hơn 2,5 % diện tích của tiết diện đo.

Các đầu dò tốc độ phải được cố định sao cho bị rung ở mức thấp nhất có thể đạt được. Các ống nhánh và các dây dẫn điện được sử dụng cho các phép đo phải được định vị sao cho không gây nhiễu cho bản thân các phép đo này.

Các lỗ để lắp đầu dò, các ống và dây dẫn phải có đủ độ kín không khí để không ảnh hưởng đến các phép đo được thực hiện ở gần thành.

Hình dạng hình học của tiết diện đo phải đơn giản tới mức có thể đạt được.

Khi số Mach vượt quá 0,2 (tương đương với khoảng 70 m/s trong không khí tiêu chuẩn) phải có hệ số hiệu chỉnh tính đến các ảnh hưởng của tính nén được trong công thức để từ đó có thể tính toán tốc độ cục bộ của lưu chất khi sử dụng các phép đo được thực hiện bằng ống Pitot tĩnh. Trong trường hợp này:

$$v = \varepsilon\left[\frac{2\Delta p}{\rho}\right]^{1/2}$$

với $$\varepsilon = \left[1 + \frac{Ma^2}{4} + \frac{2-\kappa}{24} Ma^4\right]^{-1/2}$$

$$\varepsilon \cong \left[1 - \frac{1}{2\kappa} \cdot \frac{\Delta p}{p} + \frac{\kappa + 1}{6\kappa^2}\left(\frac{\Delta p}{p}\right)^2\right]^{1/2}$$

Hiệu lực của công thức này được giới hạn cho

$\frac{\Delta p}{p} \leq 0{,}3$ đối với $\kappa = 1{,}4$

6.2.2 Phong tốc kế cánh quay

Các phong tốc kế cánh quay được sử dụng giới hạn trong các điều kiện không có chênh lệch đáng kể về mức tốc độ tại bất cứ điểm nào trên mặt phẳng đo. Có thể sử dụng các phong tốc kế cánh quay cho các điều kiện sau:

a) Dụng cụ phải ở trong tình trạng tốt nhất và được hiệu chuẩn bởi cơ quan có thẩm quyền được các bên có liên quan chấp nhận trước và sau khi thử (về quy trình được khuyến nghị, xem Phụ lục E)

b) Đường trục của phong tốc kế phải càng song song càng tốt với đường trục của ống dẫn. Sai lệch về dòng chảy liên quan đến đường trục của phong tốc kế không được vượt quá 5 ° tại bất cứ điểm đo nào nếu sai số được giữ ở mức nhỏ hơn 1 %.

c) Đường kính của dụng cụ phải nhỏ hơn 1/10 kích thước nhỏ nhất của tiết diện đo.

d) Khi đi đến thỏa thuận là có sự phân bố tốc độ không bình thường thì nên xem xét tới việc sử dụng phong tốc kế có đường kính nhỏ hơn và tăng số lượng các điểm đo.

e) Khoảng cách giữa tâm của phong tốc kế và thành ống không được nhỏ hơn 3/4 đường kính của dụng cụ.

f) Dụng cụ phải được lắp trên giá đỡ có đủ độ cứng vững để ngăn ngừa rung nhưng gây nhiễu cho dòng chảy ở mức thấp nhất có thể đạt được.

g) Vì độ chính xác của phép đo phụ thuộc rất nhiều vào giá trị của số đọc và tính đồng đều của dòng chảy cho nên số đọc thấp nhất ít nhất phải bằng ba lần tốc độ tại đó phong tốc kế bắt đầu quay.

6.2.3 Các dụng cụ khác

Nên sử dụng các dụng cụ khác (ví dụ, các đầu dò Venturi, các phong tốc kế cánh đu đưa, các phong tốc kế nhiệt v.v...) nếu các tốc độ dòng khí quá thấp mà các ống Pitot tĩnh hoặc các phong tốc kế cánh quay không thể đưa ra được độ chính xác yêu cầu.

Cũng có thể áp dụng các điều kiện được nêu trong 6.2.2 cho các phong tốc kế cánh quay đối với các dụng cụ nêu trên.

Tuy nhiên cần lưu ý rằng sự hiệu chuẩn quy định liên quan đến toàn bộ dụng cụ gồm có đầu, các đầu nối và dụng cụ chỉ báo.

Cũng cần nhấn mạnh rằng các phong tốc kế nhiệt đặc biệt thích hợp cho các phép đo gần thành.

6.3 Đo nhiệt độ

6.3.1 Nhiệt kế

Các dụng cụ đo nhiệt độ phải có độ chính xác ± 1,0 °C sau khi áp dụng bất cứ sự hiệu chỉnh nào đối với giá trị hiệu chuẩn. Nên ghi lại số đọc đã được hiệu chỉnh trong thử nghiệm tới giá trị gần nhất 0,5 °C.

6.3.2 Vị trí của nhiệt kế

Các phép đo nhiệt độ trong đường thông gió phải được thực hiện với ống cảm biến được đặt trực tiếp trong dòng không khí trên một đường kính nằm ngang cách thành một khoảng bằng một phần ba đường kính đường thông gió hoặc 100 mm, lấy giá trị nhỏ hơn. Các dụng cụ đo nên được lấy ra khỏi dòng không khí khi đã đọc đặc tính, trừ khi có thể chứng minh được rằng sự hiện diện của chúng không ảnh hưởng đến xác định đặc tính.

6.3.3 Độ ẩm

Nên đo nhiệt độ bầu khô và nhiệt độ bầu ướt trong hàng rào thử tại một điểm ở đó chúng có thể ghi lại tình trạng của không khí đi vào đường thông gió thử. Các dụng cụ nên được che chắn bảo vệ chống bức xạ từ bề mặt được đốt nóng. Nên đặt nhiệt kế bầu ướt trong dòng không khí có tốc độ ít nhất là 3 ms^{-1}. Ống lót cần phải sạch, tiếp xúc tốt với bầu và được giữ ướt bằng nước tinh khiết. Có thể đo độ ẩm tương đối với điều kiện là dụng cụ đo được sử dụng có độ chính xác ± 2 %.

6.3.4 Ảnh hưởng của tốc độ không khí

Độ không đảm bảo của phép đo nhiệt độ sẽ tăng lên nếu phần tử cảm biến nhiệt độ được đặt trong dòng không khí có tốc độ vượt quá 60 ms^{-1}, với không khí của khí quyển (số Mach 0,15). Nhiệt kế được đặt trong ống dẫn chỉ báo một nhiệt độ trung gian giữa nhiệt độ cố định và nhiệt độ tĩnh nhưng gần với nhiệt độ cố định hơn.

Nếu tốc độ không khí bằng tới 25 ms^{-1} thì độ chênh chệch giữa nhiệt độ cố định và nhiệt độ tĩnh là 0,31 °C; đối với 35 ms^{-1}, độ chênh lệch tương từ là 0,61 °C; và đối với 50 ms^{-1}, độ chênh lệch là 1,24 °C.

Nếu số đọc được lấy trong một tiết diện ở đó tốc độ không khí nhỏ hơn 25 ms^{-1} thì nhiệt độ đo được có thể lấy bằng các nhiệt độ cố định và tĩnh.

Do đó nên thực hiện phép đo nhiệt độ cố định ở đầu dòng của đầu vào quạt hoặc của đường thông gió thử trong tiết diện ở đó tốc độ không khí nằm giữa "không" và 25 ms^{-1} hoặc trong buồng thử ở đầu vào.

Để đo nhiệt độ cố định trong bình phải đặt một hoặc nhiều phần tử cảm biến trong tiết diện thích hợp trên một đường kính thẳng đứng ở các độ cao khác nhau được bố trí đối xứng với tâm điểm của đường kính. Các phần tử cảm biến phải được che chắn bảo vệ chống bức xạ từ bề mặt được đốt nóng.

Nếu không thể đáp ứng được yêu cầu này, có thể đặt các phần tử cảm biến bên trong một đường thông gió trên đường kính nằm ngang, cách thành ít nhất là 100mm, hoặc một phần ba đường kính đường thông gió, lấy giá trị nhỏ hơn.

6.4 Xác định mật độ

6.4.1 Mật độ của không khí trong hàng rào thử

Mật độ của không khí trong hàng rào thử (tính bằng $kg.m^{-3}$) được cho bởi biểu thức sau:

$$\rho_a = \frac{3{,}484(p_a - 0{,}378p_v)}{1000(273{,}15 + t_a)}$$

Tuy nhiên, khi thử nghiệm với các đường thông gió tiêu chuẩn hoặc các đường thông gió tương tự, ảnh hưởng của hơi nước thường không đáng kể. Ở nhiệt độ dưới 23 ^{0}C có thể sử dụng biểu thức đơn giản sau với độ không đảm bảo không vượt quá 0,5 %

$$\rho_a = \frac{3{,}468p_a}{1000(273{,}15 + t_a)}$$

Cũng có thể sử dụng biểu thức cuối cùng này trong các điều kiện tại hiện trường khi hàm lượng ẩm của không khí nhỏ hơn 1,5 % theo khối lượng.

6.4.2 Mật độ trung bình của không khí trong đường thông gió

Mật độ trung bình của không khí trong tiết diện x của đường thông gió, trong đó áp suất trung bình theo áp kế tính bằng pascal là p_{ex} và nhiệt độ trung bình của không khí tính bằng độ Celsius là t_x có thể thu được đối với áp suất cao theo TCVN 9439 (ISO 5801).

6.4.3 Xác định áp suất hơi

Có thể thu được áp suất hơi (tính bằng pascal) theo biểu thức sau:

$$p_v = p_{sat} - p_a A_w(t_a - t_w)$$

trong đó:

p_{sat} là áp suất hơi bão hòa tại nhiệt độ bầu ướt t_w;

t_a là nhiệt độ bầu khô;

A_w = 6,66 x 10^{-4} $^0C^{-1}$ khi t_w ở giữa 0 ^{0}C và 150 ^{0}C;

A_w = 5,94 x 10^{-4} $^0C^{-1}$ khi t_w nhỏ hơn 0 ^{0}C.

Bảng 1 liệt kê các giá trị của áp suất hơi bão hòa (p_{sat}) ở các độ tăng 0,5 ^{0}C của nước hoặc nước đá tiếp xúc với không khí trên phạm vi nhiệt độ - 4,0 ^{0}C đến 49,5 ^{0}C. Cũng có thể đo trực tiếp độ ẩm tương đối của không khí h_u để thu được:

$$p_v = h_u (p_{sat})_{ta}$$

Trong đó $(p_{sat})_{ta}$ là áp suất hơi bão hòa ở nhiệt độ bầu khô ta thu được từ Bảng 1 với t_a thay cho t_w.

6.5 Đo tốc độ quay

6.5.1 Tốc độ của trục quạt

Phải đo tốc độ của trục quạt ở các khoảng thời gian đều nhau trong suốt khoảng thời gian thử nghiệm đối với mỗi điểm để đảm bảo xác định được tốc độ trung bình trong mỗi khoảng thời gian này với độ không đảm bảo đo không vượt quá ± 0,5 %. Dụng cụ được sử dụng không nên có ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ của quạt được thử nghiệm hoặc đặc tính của quạt.

6.5.2 Ví dụ về các phương pháp được chấp nhận

6.5.2.1 Máy đếm hiện số đo số vòng quay trong một khoảng thời gian đo

Số lượng xung được đếm không được nhỏ hơn 1000 trong khoảng thời gian đo. Cơ cấu hẹn giờ (rơle thời gian) phải tự động vận hành bằng cách khởi động và dừng máy đếm và không được có sai số lớn hơn 0,25 % thời gian cần thiết để đếm tổng số xung.

6.5.2.2 Máy đếm vòng quay

Máy này không được có sự trôi và được tính thời gian cho mỗi khoảng thời gian không nhỏ hơn 60 s trên một thao tác điều khiển.

6.5.2.3 Đồng hồ đo tốc độ dùng điện hoặc cơ khí có chỉ báo trực tiếp

Đồng hồ đo này không được có sự trôi và được hiệu chuẩn trước và sau khi sử dụng. Mức chia nhỏ nhất trên thang đo của dụng cụ phải biểu thị không lớn hơn 0,25% tốc độ được đo.

6.5.2.4 Các phương pháp hoạt nghiệm

Các phương pháp này phải được hiệu chuẩn theo một mẫu chuẩn quay trước và sau khi sử dụng trừ khi được nuôi hoặc được kiểm tra bởi nguồn có tần số đã biết hoặc được đo tới phạm vi ± 0,25 %.

6.5.2.5 Máy đo tần số

Khi quạt được dẫn động trực tiếp bằng động cơ đồng bộ hoặc dị bộ, bằng phép đo tần số nguồn cung cấp cũng như đếm tần số trượt trong trường hợp động cơ dị bộ, máy đo tần số phải có độ không đảm bảo đo không lớn hơn 0,5 %. Có thể được phép lựa chọn một dụng cụ hiện số có chỉ số cấp thấp hơn, nghĩa là độ không đảm bảo nhỏ hơn. Dụng cụ dùng để chỉ báo tần số trượt phải được sử dụng theo cách cho phép đếm trực tiếp với độ không đảm bảo không vượt quá ± 0,25 % tốc độ của trục.

Bảng 1 - Áp suất hơi bão hòa p_{sat} của nước là một hàm số của nhiệt độ bầu ướt t_w

Nhiệt độ	Áp suất hơi bão hòa p_{sat} của nước, hPa									
°t	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
–4	4,55	4,51	4,48	4,44	4,41	4,37	4,35	4,31	4,28	4,24
–3	4,89	4,87	4,83	4,79	4,76	4,72	4,68	4,65	4,61	4,59
–2	5,28	5,24	5,20	5,16	5,12	5,08	5,04	5,01	4,97	4,93
–1	5,68	5,64	5,60	5,56	5,52	5,47	5,44	5,39	5,36	5,32
0	6,11	6,07	6,03	5,97	5,93	5,89	5,84	5,80	5,76	5,72
0	6,11	6,16	6,19	6,24	6,29	6,33	6,37	6,43	6,47	6,52
1	6,56	6,61	6,67	6,71	6,76	6,80	6,85	6,91	6,96	7,00
2	7,05	7,11	7,16	7,21	7,25	7,31	7,36	7,41	7,47	7,52
3	7,57	7,63	7,68	7,73	7,79	7,85	7,91	7,96	8,01	8,08
4	8,13	8,19	8,24	8,31	8,36	8,43	8,48	8,53	8,60	8,65
5	8,72	8,79	8,84	8,91	8,96	9,03	9,09	9,16	9,21	9,28
6	9,35	9,41	9,48	9,53	9,61	9,68	9,75	9,81	9,88	9,95
7	10,01	10,08	10,15	10,23	10,29	10,36	10,43	10,51	10,57	10,65
8	10,72	10,80	10,87	10,95	11,01	11,09	11,17	11,24	11,32	11,40
9	11,48	11,55	11,63	11,71	11,79	11,87	11,95	12,03	12,11	12,19
10	12,27	12,36	12,44	12,52	12,61	12,69	12,77	12,87	12,95	13,04
11	13,12	13,21	13,29	13,39	13,47	13,56	13,65	13,75	13,84	13,93
12	14,01	14,11	14,20	14,29	14,39	14,48	14,59	14,68	14,77	14,87
13	14,97	15,07	15,17	15,27	15,36	15,47	15,57	15,67	15,77	15,88
14	15,97	16,08	16,19	16,29	16,40	16,51	16,61	16,72	16,83	16,93
15	17,04	17,16	17,27	17,37	17,49	17,60	17,72	17,83	17,96	18,05
16	18,17	18,29	18,41	18,52	18,64	18,76	18,88	19,00	19,12	19,25
17	19,37	19,49	19,61	19,73	19,87	19,99	20,12	20,24	20,37	20,51
18	20,63	20,76	20,89	21,03	21,16	21,29	21,43	21,56	21,69	21,83
19	21,96	22,11	22,24	22,39	22,52	22,67	22,80	22,95	23,09	23,23
20	23,37	23,52	23,67	23,81	23,96	24,11	24,25	24,41	24,56	24,71
21	24,87	25,01	25,17	25,32	25,48	25,64	25,80	29,95	26,11	26,27
22	26,43	26,60	26,75	26,92	27,08	27,25	27,41	27,59	27,75	27,92
23	28,09	28,25	28,43	28,60	28,77	29,95	28,12	29,31	29,48	29,65
24	29,84	30,01	30,19	30,37	30,56	30,75	30,92	31,11	31,29	31,48
25	31,68	31,87	32,05	32,24	32,44	32,63	32,83	33,01	33,21	33,41
26	33,61	33,81	34,01	34,21	34,41	34,61	34,83	35,03	35,24	35,44
27	35,65	35,87	36,08	36,28	36,49	36,71	36,93	37,15	37,36	37,57
28	37,80	38,03	38,24	38,47	38,69	38,92	39,15	39,37	39,60	39,83
29	40,05	40,29	40,52	40,76	41,00	41,23	41,47	41,71	41,95	42,19
30	42,43	42,68	42,92	43,17	43,41	43,67	43,92	44,17	44,43	44,68
31	44,93	45,19	45,44	45,71	45,96	46,23	46,49	46,75	47,01	47,28
32	47,56	47,83	48,09	48,37	48,64	48,92	49,19	49,47	49,75	50,03
33	50,31	50,60	50,88	51,16	51,45	51,73	52,03	52,32	52,61	52,91
34	53,20	53,51	53,80	54,11	54,40	54,71	55,01	55,32	55,63	55,93
35	56,24	56,55	56,87	57,17	57,49	57,81	58,13	58,45	58,77	59,11
36	59,43	59,76	60,08	60,41	60,75	61,08	61,41	61,75	62,08	62,43
37	62,77	63,11	63,45	63,80	64,15	64,49	64,85	65,20	65,56	65,91
38	66,27	66,63	66,99	67,35	67,72	68,08	68,45	68,83	69,19	69,56
39	69,95	70,32	70,69	71,07	71,45	71,84	72,23	72,61	73,00	73,39
40	73,79	74,17	74,57	74,97	75,37	75,77	76,17	76,59	76,99	77,40
41	77,81	78,23	78,64	79,05	79,47	79,89	80,32	80,73	81,16	81,69
42	82,03	82,45	82,89	83,32	83,76	84,20	84,64	85,08	85,53	85,97
43	86,43	86,88	87,33	87,79	88,25	88,71	89,17	89,64	90,11	90,57
44	91,04	91,52	91,99	92,47	92,95	93,43	93,91	94,40	94,88	95,37
45	95,87	96,36	96,85	97,35	97,85	98,36	98,85	99,36	99,88	100,39
46	100,89	101,41	101,93	102,45	102,97	103,51	104,04	104,57	105,09	105,63
47	106,17	106,71	107,25	107,79	108,33	108,89	109,44	109,99	110,55	111,11
48	111,67	112,23	112,80	113,37	113,93	114,51	115,08	115,65	116,24	116,83
49	117,41	118,00	118,59	119,17	119,79	120,37	120,99	121,57	122,19	122,80

7 Xác định áp suất của quạt

7.1 Vị trí của mặt phẳng đo áp suất

7.1.1 Để xác định áp suất của quạt, phải đo áp suất tĩnh ở các mặt phẳng trên phía đầu vào và/hoặc đầu ra của quạt đủ gần với đầu vào và/hoặc đầu ra này để đảm bảo có thể tính toán được các tổn thất áp suất giữa các mặt phẳng đo phù hợp với các dữ liệu sẵn có về hệ số ma sát mà không làm tăng quá mức độ không đảm bảo trong xác định áp suất của quạt. Các hệ số ma sát đối với các ống dẫn trơn nhẵn được cho trong Phụ lục D.

7.1.2 Trước khi bắt đầu các quan trắc, phải xem xét áp suất tại tiết diện đo để xác định tính đồng nhất của các số đọc. Có thể nhận biết bốn trường hợp như sau:

a) Khi độ chênh lệch áp suất giữa bất cứ bốn lỗ xả (trích) trên thành có kết cấu phù hợp với 7.2.2.2 nhỏ hơn 5 % giá trị trung bình cộng thì các lỗ xả này có thể được nối với nhau bằng đường ống dẫn như đã chỉ dẫn trên Hình 2 và áp suất đo được là áp suất trung bình theo áp kế.

b) Khi độ chênh lệch giữa bất cứ các phép đo nào tại bốn lỗ xả trên thành này lớn hơn 5 % nhưng nhỏ hơn 10 % giá trị trung bình cộng thì các lỗ xả phải được thay thế bằng một ống Pitot - tĩnh. Ống Pitot này phải được lắp vào trong đường thông gió tại các điểm đã được xác định và trong các điều kiện được nêu trong 7.2.2.4. Với điều kiện là độ chênh lệch giữa mỗi một trong bốn số đọc này và giá trị trung bình cộng của chúng nhỏ hơn 10 % thì có thể lấy giá trị trung bình này hoặc bốn ống Pitot tĩnh riêng biệt có thể được nối với nhau theo cách được mô tả trong 7.2.2.2.

c) Khi độ chênh lệch giữa bất cứ số đọc nào trong bốn số đọc này của ống Pitot tĩnh và giá trị trung bình cộng lớn hơn 10 % nhưng nhỏ hơn 15 % thì phải lấy toàn bộ số đọc ở các điểm đo theo chiều ngang phù hợp với các yêu cầu của 6.2.1. Và các vị trí như đã xác định trong 8.4. Phải lấy giá trị trung bình cộng của tất cả các số đọc.

d) Khi độ chênh lệch giữa bất cứ số đọc ở các điểm đo theo chiều ngang nào (số đọc ngang) và giá trị trung bình cộng của các số đọc ngang vượt quá 15 % giá trị trung bình thì mặt phẳng đo áp suất phải được xem là không đáp ứng yêu cầu cho các phép đo tại hiện trường.

Cũng có thể sử dụng phương pháp được mô tả trong c) ở trên cho các tình huống tuân theo a) và b).

7.1.3 Nếu được bố trí gần quạt một cách hợp lý, "đoạn thử nghiệm" dùng để đo lưu lượng không khí cũng phải được sử dụng để đo áp suất. Các mặt phẳng khác dùng để đo áp suất không được cách đầu vào của quạt một khoảng nhỏ hơn 1,5 D_e và cách đầu ra của quạt một khoảng nhỏ hơn 5 D_e (Hình 3). Các khoảng cách này có thể nhỏ hơn với điều kiện là phải kiểm tra điều kiện ổn định của dòng chảy. Mặt phẳng đo áp suất phải được lựa chọn cách ít nhất là 5 D_e ở phía cuối dòng của bất cứ chỗ uốn cong, chỗ phồng ra hoặc chỗ có vật cản nào có thể gây ra sự tách dòng hoặc cản trở sự phân bố không đổi đối với áp suất. Quạt phải bao gồm tất cả các phụ kiện như

các hộp ở đầu vào, bộ phận giảm chấn, các miệng loe v.v... Trong tất cả các trường hợp, mặt phẳng được lựa chọn đo áp suất phải bảo đảm sao cho tốc độ trung bình của không khí trên mặt phẳng cũng có thể được xác định bằng tính toán từ các số đọc được lấy ở nơi khác hoặc bằng cách đo trực tiếp bằng phương pháp đo ở các điểm đo theo chiều ngang.

7.1.4 Đối với quạt được nối trực tiếp với buồng thông gió trần ở phía đầu vào hoặc đầu ra của quạt thì mặt phẳng đo áp suất phải được bố trí càng gần với mặt mút của buồng thông gió trần được nối với quạt càng tốt sao cho các điểm đo áp suất, trên thực tế nằm ở "vùng chết" tại đó tốc độ của không khí là không đáng kể.

7.2 Đo áp suất của quạt

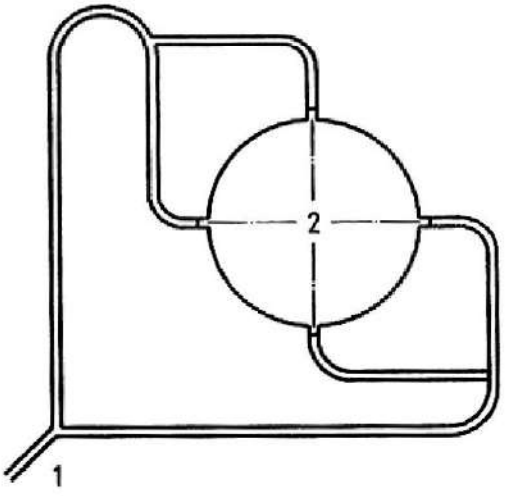
7.2.1 Quy định chung

Phải chú ý bảo đảm cho các giá trị đo của áp suất tĩnh trên các phía đầu vào và đầu ra của quạt được lấy tương đối so với áp suất khí quyển hoặc các giá trị đo của áp suất tĩnh ở trong phạm vi của một hàng rào thử thông dụng. Khi không thể đáp ứng được yêu cầu này, nên sử dụng phương pháp được cho trong 7.2.3.8.

7.2.2 Đo áp suất tĩnh tại hiện trường

7.2.2.1 Phải thực hiện phép đo này khi sử dụng một áp kế như đã mô tả trong 6.1.2 đến 6.1.4 cùng với các lỗ xả trên thành hoặc đầu nối áp suất tĩnh của ống Pitot tĩnh như đã mô tả trong 7.1.2.

7.2.2.2 Trong các điều kiện dòng chảy đồng nhất (trường hợp a) trong 7.1.2), không có dòng xoáy và sự tách dòng, có thể đo áp suất tĩnh bằng cách sử dụng bốn lỗ xả trên thành (xem hình 2) được phân bố cách đều nhau quanh chu vi của ống dẫn (và ở tâm điểm của các cạnh trong trường hợp ống dẫn có tiết diện hình chữ nhật) (Hình 4) với điều kiện là các lỗ xả này được gia công tinh ngang bằng nhau và không có ba via bên trong, các thành ống dẫn liền kề phải trơn nhẵn, sạch và không có gợn sóng, không có các điểm gián đoạn (Hình 5).

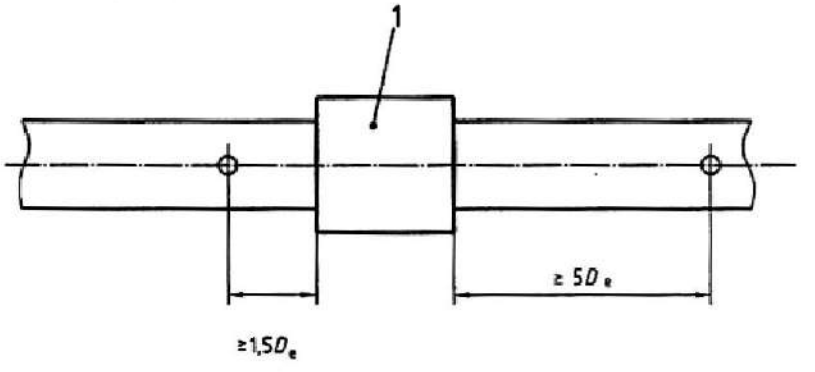


CHÚ DẪN

1 Đến áp kế

2 Đường thông gió

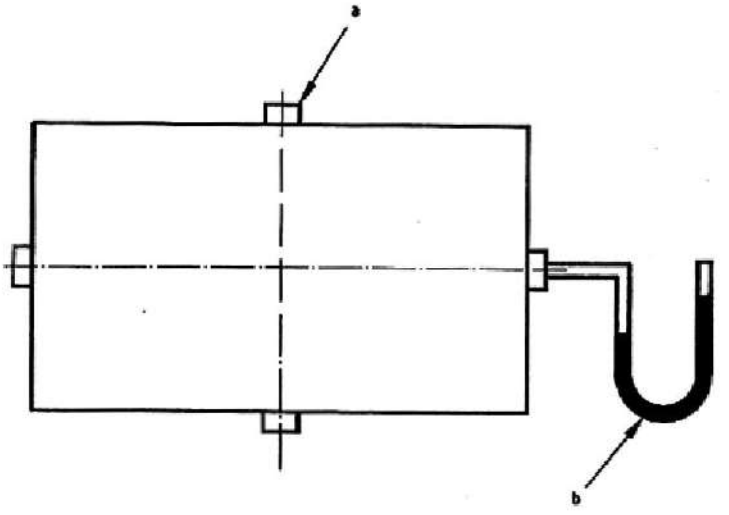
Hình 2 - Các mối nối lỗ xả để đạt được áp suất tĩnh trung bình trong đường thông gió trên (được nối lại với nhau trước khi tới một áp kế)



CHÚ DẪN

1 Quạt

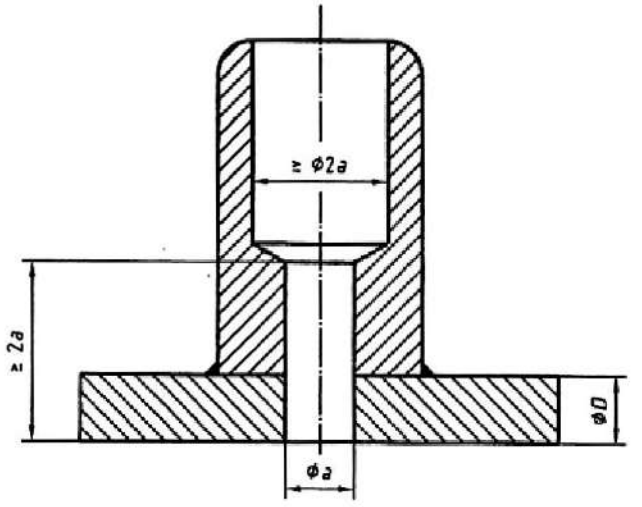
Hình 3 - Vị trí của các mặt phẳng đo áp suất cho thử nghiệm tại hiện trường



[a] Tối thiểu là bốn lỗ xả được bố trí cách nhau 90° và gần tâm của mỗi thành;

[b] Cần đo áp suất tĩnh tại mỗi lỗ xả. Sử dụng giá trị trung bình của các phép đo là áp suất tĩnh đối với mặt phẳng.

Hình 4 - Các mối nối lỗ xả để đạt được áp suất tĩnh trung bình trong đường thông gió hình chữ nhật (các mối nối với áp kế riêng biệt)



CHÚ DẪN

ϕD là đường kính của đường thông gió

Hình 5 - Kết cấu của các lỗ xả áp trên thành

7.2.2.3 Phải chú ý đảm bảo cho tất cả các đường ống và mối nối không bị tắc nghẽn và rò rỉ.

Trước khi bắt đầu các loạt quan trắc cần đo riêng biệt áp suất ở bốn lỗ xả ở phía mặt bên tại lưu lượng gần với giá trị lớn nhất của loạt quan trắc. Nếu một trong bốn số đọc nằm ngoài phạm vi bằng 5 % áp suất định mức của quạt thì nên kiểm tra các khuyết tật thì phải kiểm tra tính đồng nhất đối của dòng chảy.

7.2.2.4 Ở mặt phẳng đo áp suất thích hợp trong đường thông gió tròn phải chọn ít nhất là bốn điểm được phân bố cách đều nhau và đối xứng với đường trục cách thành một khoảng xấp xỉ một phần tám đường kính đường thông gió, hoặc trong trường hợp đường thông gió hình chữ nhật, một phần tám chiều rộng ống tính từ tâm điểm của mỗi thành. Trong các điều kiện dòng chảy ổn định, nên lấy số đo áp suất tĩnh tại các điểm và tính giá trị trung bình.

7.2.2.5 Khi mặt phẳng đo áp suất được bố trí liền kề với đầu vào hoặc đầu ra của quạt trong một buồng thử, có thể đo áp suất tĩnh bằng cách sử dụng các lỗ xả (trích) trên thành hoặc một ống Pitot tĩnh được cố định thích hợp để truyền áp suất tĩnh tới áp kế.

7.2.3 Phân biệt giữa các kiểu lắp đặt

7.2.3.1 Quy định chung

TCVN 9439 (ISO 5801) chấp nhận bốn kiểu lắp đặt tương ứng với các đặc tính có thể thay đổi của quạt:

- Kiểu A: Đầu vào tự do, đầu ra tự do,
- Kiểu B: Đầu vào tự do, đầu ra lắp ống dẫn,
- Kiểu C: Đầu vào lắp ống dẫn, đầu ra tự do,
- Kiểu D: Đầu vào lắp ống dẫn, đầu ra lắp ống dẫn.

Khi thử nghiệm, điều chủ yếu là phải đảm bảo cho các đầu vào thuộc kiểu A và kiểu B không bị tắc nghẽn. Nếu quan sát không tốt thì hiện tượng nghẽn này sẽ dẫn đến sức cản phụ thêm không thể đo được. Tham khảo hướng dẫn về không gian tự do mong muốn trong TCVN 9439 (ISO 5801).

7.2.3.2 Lắp đặt kiểu A

Tiêu chuẩn này mô tả các phương pháp đo lưu lượng và áp suất cho sử dụng trong các ống dẫn và do đó không áp dụng được cho kiểu A không được lắp với ống dẫn.

7.2.3.3 Lắp đặt kiểu B

Khi quạt được lắp đặt như một quạt thổi trong các điều kiện kiểu B (Hình 6) phải đo áp suất trung bình theo áp kế tại tiết diện thử trên phía đầu ra của quạt phù hợp với 7.2.2.

Trong trường hợp này áp suất chuẩn (hoặc áp suất hiệu dụng) là áp suất của quạt p_F được xác định như áp suất cố định theo áp kế p_{esg2} tại đầu ra của quạt trừ đi áp suất cố định theo áp kế p_{esg1} tại đầu vào của quạt (trong trường hợp này bằng "không").

Áp suất cố định theo áp kế p_{esg2} được cho bởi phương trình

$$p_{esg2} = p_{e2} + p_{d2}(F_{M2})$$

trong đó hệ số Mach F_{Mx} tại bất cứ vị trí x nào được cho bởi phương trình:

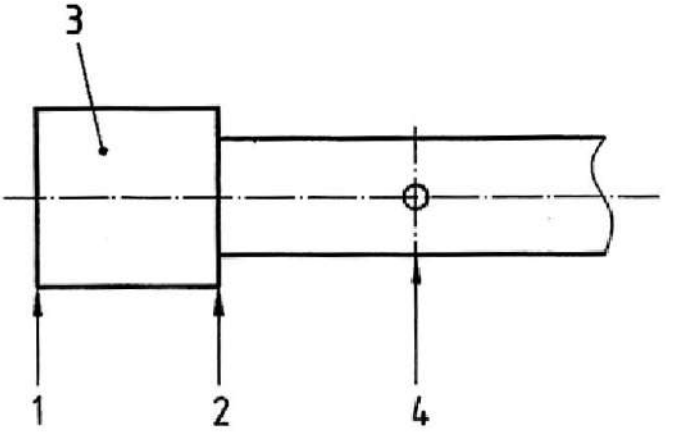
$$F_M = 1 + \frac{Ma^2}{4} + \frac{Ma^4}{40} + \frac{Ma^6}{1600} + \ldots$$

và giá trị của số Mach cục bộ Ma_x tại vị trí này được cho gần đúng bởi phương trình

$$Ma_x = \frac{q_m / \rho_x A_x}{\sqrt{\kappa R_w (t_x + 273{,}15)}}$$

Khi không khí được xem là không nén được ($p_F \leq 2000$ Pa, $Ma_2 \leq 0{,}15$ hoặc theo thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà sản suất) thì $F_{M2} = F_{M4} = 1$ và áp dụng phương pháp sau:

Áp suất áp kế p_{e2} tại đầu ra của quạt được tính toán bằng cách cộng thêm một lượng cho phép do ma sát $(\zeta_{2\text{-}4})_4 p_{d4}$ (xem Phụ lục D) vào áp suất áp kế p_{e4} được đo tại tiết diện thử trên phía đầu ra. Cho phép có sự hiệu chỉnh đối với bất cứ sự khác biệt nào trong mặt cắt ngang lên tới 7 % tại hai vị trí.



CHÚ DẪN

3 là quạt

Hình 6 - Lắp đặt kiểu B

Công thức dùng cho áp suất áp kế p_{e2} là:

$$p_{e2} = p_{e4} - p_{d2}\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_4}\right)^2\right] + (\zeta_{2-4})_4 p_{d4}$$

Áp suất động lực học quy ước tại bất cứ vị trí x nào trong đường thông gió được cho bởi phương trình:

$$p_{dx} = \rho_x \frac{v_{mx}^2}{2} = \frac{1}{2\rho_x}\left[\frac{q_m}{A_x}\right]^2$$

trong đó

$$\rho_x = \rho_2 = \rho_4 = \rho_a = \frac{p_a}{R_w(t_a + 273{,}15)}$$

Áp suất của quạt p_F được tính toán theo phương trình:

$$p_F = p_{esg2} - p_{esg1} = p_{esg2}$$

$$p_{esg2} = p_{e4} - p_{d2}\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_4}\right)^2\right] + (\zeta_{2-4})_4 p_{d4} + p_{d2} = p_{e4} + p_{d4}[1 + (\zeta_{2-4})_4]$$

trong đó

$$(\zeta_{2-4})_4 = \left[\frac{\lambda}{D_{h4}}\right] L_{2-4}$$

Áp suất tĩnh của quạt p_{sF} được cho bởi phương trình:

$$p_{sF} = p_{e2} - p_{esg1} = p_{e2}$$

VÍ DỤ:

p_{sg1}= 0 Pa; p_{e4} = 932 Pa; p_{d4} = 60 Pa; v_{m2} = 10 m.s^{-1}; F_{M2}= 1; ρ_a = 1,2 kg.m^{-3}; p_{d2} = 60 Pa; $(\zeta_{2-4})_4$ = 0,35; $A_2 = A_4$

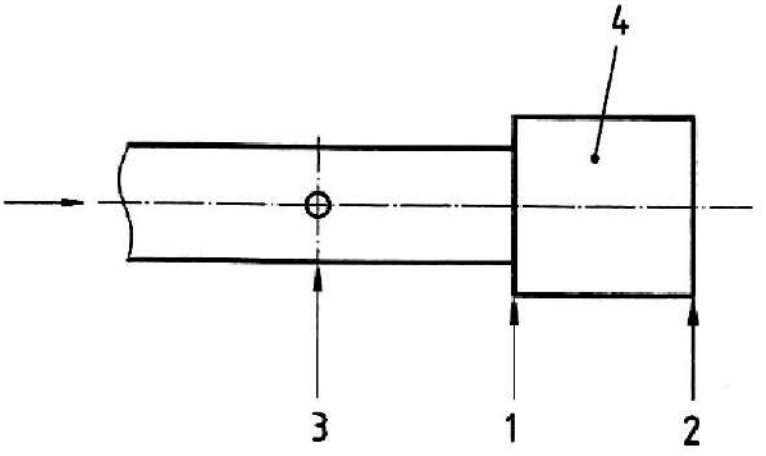
Thì p_F = 932 - 0 + 0,35 x 60 + 60 x 1,0 = 1013 Pa

Khi $p_F \geq 2000$ Pa và / hoặc $Ma_2 > 0{,}15$ nên áp dụng các phương pháp được mô tả trong TCVN 9439 (ISO 5801), các điều 14.4 đến 14.9.1 và 33.

7.2.3.4 Kiểu lắp đặt C

Khi quạt được lắp đặt như một quạt hút trong các điều kiện kiểu C (Hình 7), phải đo áp suất trung bình theo áp kế tại tiết diện thử trên phía đầu vào của quạt phù hợp với 7.2.2.

Trong trường hợp này áp suất chuẩn (hoặc áp suất hiệu dụng) là áp suất tĩnh của quạt p_{sF} được xác định là áp suất cố định theo áp kế p_{e2} tại đầu ra của quạt (trong trường hợp này bằng không) trừ khi áp suất cố định theo áp kế p_{esg1} tại đầu vào của quạt.



CHÚ DẪN:

4 Quạt

Hình 7 - Lắp đặt kiểu C

Áp suất cố định theo áp kế tại đầu vào của quạt p_{esg1} được cho bởi phương trình

$$p_{esg1} = p_{e1} + p_{d1}\,(F_{M1})$$

trong đó hệ số Mach F_{Mx} tại bất cứ vị trí nào được cho bởi phương trình:

$$F_M = 1 + \frac{M_a^2}{4} + \frac{M_a^4}{40} + \frac{M_a^6}{1600} + \ldots$$

Và giá trị của số Mach cục bộ Ma_x tại vị trí này được cho gần đúng bởi phương trình

$$Ma_x = \frac{q_m / \rho_x A_x}{\sqrt{\kappa R_W (t_x + 273{,}15)}}$$

Khi không khí được xem là không nén được ($p_F \leq 2000$ Pa, $Ma_2 \leq 0{,}15$ hoặc theo thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà sản xuất) thì $F_{M1} = F_{M3} = 1$ và áp dụng phương pháp sau:

Áp suất áp kế p_{e1} tại đầu vào của quạt được tính toán bằng cách trừ đi một lượng cho phép do ma sát $(\zeta_{3\text{-}1})_1\, p_{d1}$ (xem Phụ lục D) từ áp suất áp kế p_{e3} được đo tại tiết diện thử trên phía đầu vào. Cho phép có sự hiệu chỉnh đối với bất cứ sự khác biệt nào trong diện tích mặt cắt ngang lên tới 14% tại hai vị trí.

Công thức dùng cho áp suất áp kế p_{e1} là:

$$p_{e1} = p_{e3} - p_{d1}\left[1 - \left(\frac{A_1}{A_3}\right)^2\right] - (\zeta_{3-1})_3\, p_{d1}$$

Trong đó:

$$(\xi_{3-1})_3 = \left[\frac{\lambda}{D_H}\right] L_{3-1}$$

và $$(\xi_{3-1})_1 = (\xi_{3-1})_3 \left(\frac{A_1}{A_3}\right)^2$$

Áp suất động lực học qui ước tại bất cứ vị trí x nào trong đường thông gió được cho bởi phương trình:

$$p_{dx} = \rho_x \frac{v_{mx}^2}{2} = \frac{1}{2\rho_x}\left[\frac{q_m}{A_x}\right]^2$$

Trong đó $$\rho_x = \rho_2 = \rho_4 = \rho_a = \frac{p_a}{R_w(t_a + 273{,}15)}$$

và áp suất tĩnh của quạt được tính toán theo phương trình:

$$p_{sF} = p_{e2} - p_{esg1} = -p_{esg1}$$

$$= -p_{e3} + p_{d1}\left[1 - \left(\frac{A_1}{A_3}\right)^2\right] + (\zeta_{3-1})_3 p_{d1} - p_{d1}$$

$$= -p_{e3} + p_{d1}\left[(\zeta_{3-1})_1 - \left(\frac{A_1}{A_3}\right)^2\right]$$

$$= -p_{e3} + p_{d3}\left[(\zeta_{3-1})_3 - 1\right]$$

Có thể tính toán áp suất của quạt p_F theo phương trình:

$$p_F = p_{esg2} - p_{esg1} = p_{d2} - p_{esg1} = p_{sF} + p_{d2}$$

CHÚ THÍCH: p_{e3} sẽ là âm và lớn hơn về trị số so với các số lượng âm trong biểu thức; kết quả là p_{sF} sẽ là dương.

VÍ DỤ:

p_{e2} = 0 Pa; p_{e3} = -1000 Pa; $v_{m1} = 10_{ms}^{-1}$; F_{M1} = 1; ρ_a = 1,2 kgm^{-3}; p_{d1} = 60 Pa;

$A_1 = A_3$; $(\xi_{3-1})_3 = (\xi_{3-1})_1$ = 0,2

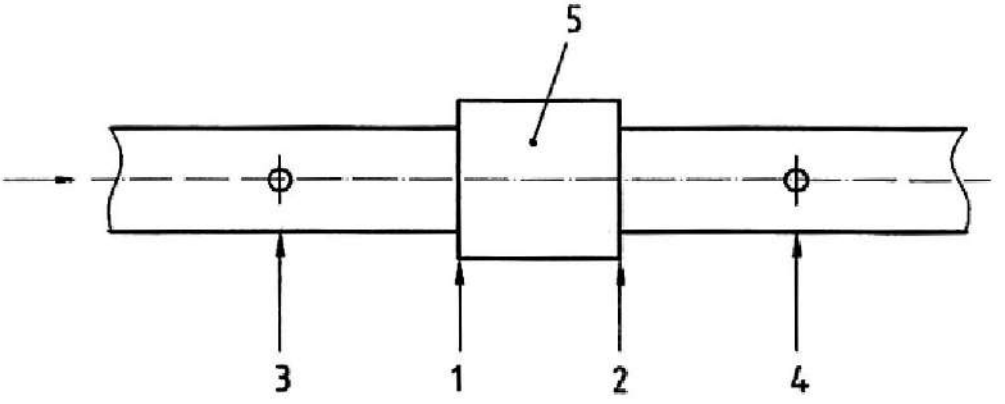
Thì p_F = 1000 + 0 + 0,2 x 60 x 1,0 = 952 Pa

Khi $p_F \geq$ 2000 Pa và/hoặc $Ma_2 >$ 0,15 nên áp dụng các phương pháp được mô tả trong ISO 5801:1997, các Điều 14.4, 14.9.1 và 34.

7.2.3.5 Lắp đặt kiểu D

Khi quạt được lắp đặt như một quạt tăng áp trong các điều kiện kiểu D (Hình 8), phải đo các áp suất trung bình theo áp kế tại tiết diện thử trên phía đầu ra của quạt và tại tiết diện thử trên phía đầu vào của quạt phù hợp với 7.2.2.

Trong trường hợp này, áp suất chuẩn (hoặc áp suất hiệu dụng) là áp suất của quạt p_F được xác định là áp suất cố định theo áp kế p_{esg2} tại đầu ra của quạt trừ đi áp suất cố định theo áp kế p_{esg1} tại đầu vào của quạt.



CHÚ DẪN

5 Quạt

Hình 8 - Lắp đặt kiểu D

Áp suất cố định theo áp kế tại đầu ra của quạt p_{esg2} được cho bởi phương trình:

$$p_{esg2} = p_{e2} + p_{d2}\,(F_{M2})$$

và áp suất cố định theo áp kế tại đầu vào của quạt p_{esg1} được cho bởi phương trình:

$$p_{esg1} = p_{e1} - p_{d1}\,(F_{M1})$$

trong đó hệ số Mach F_{Mx} tại bất cứ vị trí x nào được cho bởi phương trình:

$$F_M = 1 + \frac{M_a^2}{4} + \frac{M_a^4}{40} + \frac{M_a^6}{1600} + \ldots$$

và giá trị của số Mach cục bộ Ma_x tại vị trí này được cho gần đúng bởi phương trình:

$$Ma_x = \frac{q_m / \rho_x A_x}{\sqrt{\kappa R_w (t_x + 273{,}15)}}$$

Khi không khí được xem là không nén được ($p_F \le 2000$ Pa, $Ma_2 \le 0{,}15$ hoặc theo thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà sản xuất) thì $F_{M1} = F_{M2} = F_{M3} = F_{M4} = 1$ và áp dụng phương pháp sau:

$$\rho_x = \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho_4 = \rho_a = \frac{p_a}{R_w (t_a + 273{,}15)}$$

Áp suất của quạt p_F được cho bởi phương trình (xem 7.2.3.2 và 7.2.3.3):

$$p_F = p_{esg2} - p_{esg1}$$

$$= p_{e2} + p_{d2} - p_{e1} - p_{d1}$$

$$= p_{e4} - p_{d2}\left[1-\left(\frac{A_2}{A_4}\right)^2\right] + (\xi_{2-4})_4 p_{d4} + p_{d2} - p_{e3} + p_{d1}\left[1-\left(\frac{A_1}{A_3}\right)^2\right] + (\xi_{3-1})_1 p_{d1} - p_{d1}$$

$$= p_{e4} + p_{d4}\left[1+\left(\zeta_{2-4}\right)_4\right] - p_{e3} + p_{d3}\left[\left(\zeta_{3-1}\right)_3 - 1\right]$$

Trong đó:

$$(\xi_{2-4})_4 = \left[\frac{\lambda}{D_{h4}}\right] L_{2-4}$$

$$(\xi_{3-1})_3 = \left[\frac{\lambda}{D_{h4}}\right] L_{3-1}$$

và $$(\xi_{3-1})_1 = (\xi_{3-1})_3 \left(\frac{A_1}{A_3}\right)^2$$

(Xem Phụ lục D)

Áp suất tĩnh của quạt được cho bởi:

$$p_{sF} = p_{e2} - p_{esg1}$$

$$= p_{esg2} - p_{d2} - p_{esg1}$$

$$= p_F - p_{d2}$$

Ví dụ (Tất cả các áp suất được tính bằng pascal)

p_{e4}= 520 Pa; $p_{d4} = p_{d2}$ = 60 Pa; p_{e3} = - 390 Pa ρ_a = 1,2 kg.m^{-3}; $p_{d3} = p_{d1}$ = 50 Pa; $A_1 = A_3$ và $A_2 = A_4$; $(\xi_{2-4})_4$ = 0,35; $(\xi_{3-1})_1 = (\xi_{3-1})_3$ = 0,26;

Thì p_F = 520 - 0 + 0,35 x 60 + 60 x 1,0 - (-390) + 0 + 0,26 x 50 - 50 x 1,0 = 954 Pa.

Khi $p_F \geq$ 2000 Pa và/hoặc $Ma_2 >$ 0,15 nên áp dụng các phương pháp được mô tả trong ISO 5801:1997, các điều 14.4 đến 14.9.1 và 33, 34, 35.

7.2.3.6 Quạt tăng áp khi được sử dụng trong mỏ

Trong trường hợp quạt tăng áp lắp đặt dưới lòng đất thường không thể đo được các áp suất áp kế trong các đường thông gió ở mỗi phía của quạt so với áp suất môi trường xung quanh; độ chênh áp theo áp kế Δp_e giữa phía đầu ra và đầu vào của quạt này được đo bằng phương pháp sau:

Áp suất áp kế Δp_{e3} tại tiết diện thử ở phía đầu vào của quạt so với áp suất tĩnh tại tâm của tiết diện thử ở phía đầu ra của quạt, bằng ống đo áp suất lắp ngang tại tiết diện thử phía đầu vào của quạt, so với áp suất tĩnh tại tâm của tiết diện thử trên phía đầu ra quạt bằng ống đo áp suất lắp ngang tại tiết diện thử phía đầu vào, kết hợp với một áp kế vi sai và một ống đo áp suất tĩnh đứng yên ở tâm của tiết diện thử phía đầu ra (p_{e3} thường là âm). Áp suất áp kế p_{e4} tại tiết diện thử ở phía đầu ra của quạt so với áp suất tĩnh tại tâm của tiết diện thử ở phía đầu vào của quạt cũng được đo theo cách tương tự (p_{e4} thường là dương).

Đo áp suất áp kế p_{ec} tại tâm điểm của tiết diện thử ở đầu ra của quạt so với áp suất áp kế tại tâm điểm của tiết diện thử ở đầu vào của quạt (p_{ec} thường là dương).

Giá trị Δp_e thu được từ phương trình sau:

$$\Delta p_e = p_{e4} - p_{e3} - p_{ec}$$

Áp suất của quạt p_F thu được từ phương trình

$$p_F = p_{sg2} - p_{sg1}$$

$$= \Delta p_e + p_{d4} - p_{d3} + \xi_{(2\text{-}4)4}\, p_{d4} + \xi_{(3\text{-}1)3}\, p_{d1}$$

CHÚ THÍCH: Có thể dự đoán được rằng các tốc độ trong các đường thông gió ở mỏ sẽ không bao giờ đủ cao để Max < 0,1 ngưỡng được vượt quá.

8 Xác định lưu lượng

8.1 Lựa chọn phương pháp đo

Có thể xác định lưu lượng ở một tiết diện của đường thông gió thực theo hai cách xác định tốc độ ở các điểm khác nhau trong tiết diện này và tính toán tốc độ trung bình; hoặc đo độ chênh áp được tạo ra bởi bộ phận có áp suất chênh (tấm có lỗ định cỡ, ống Venturi, vòi phun). Việc lựa chọn các phương pháp đo sẽ dựa trên các xem xét sau:

a) Các phép đo thu được bằng các phương pháp diện tích có tốc độ có thể phải tiêu tốn thời gian và đòi hỏi sự thao tác khéo léo nhưng trong nhiều trường hợp đây là các phương pháp duy nhất. Cần thực hiện phép thử sơ bộ để xác định các điều kiện (số lượng các số đọc và khoảng thời gian quan trắc) để thực hiện các phép đo này.

b) Các bộ phận có áp suất chênh dễ dàng có được phép đo, có thể tái tạo lại một cách chính xác giá trị trung bình theo thời gian của lưu lượng ngay cả khi các phép đo này được thực hiện bởi những người khác nhau, ở các thời gian khác nhau. Việc sử dụng các bộ phận này đặc biệt bị hạn chế bởi sức cản riêng của chúng, các đoạn ống dẫn thẳng theo yêu cầu và sự cần thiết phải sử dụng chúng trong các ống dẫn có mặt cắt ngang tròn.

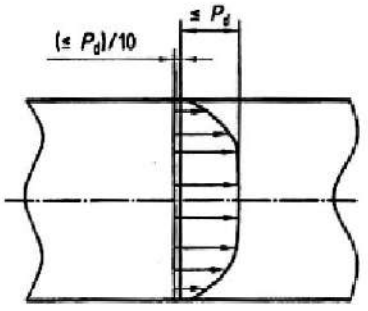
8.2 Lựa chọn tiết diện đo

8.2.1 Không có dòng xoáy và độ thẳng của dòng chảy

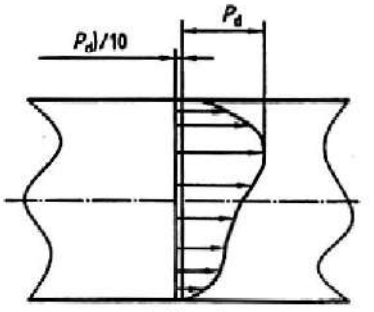
Tiết diện để đo lưu lượng phải được lựa chọn sao cho không có dòng xoáy của lưu chất có thể thấy rõ được và các tuyến dòng chảy gần như song song và rất gần với hướng vuông góc với mặt phẳng đo.

Trong các trường hợp khó có thể thỏa mãn được các điều kiện này, theo thỏa thuận của các bên có liên quan, cho phép bổ sung thêm một bộ phận chống xoáy ở phía đầu dòng của mặt phẳng đo. Bộ phận chống xoáy này phải được bố trí so với mặt phẳng đo sao cho dòng chảy hầu như theo hướng chiều trục và không có dòng xoáy trong mặt phẳng đo này. Bộ phận chống xoáy này không được ảnh hưởng đến các điều kiện của dòng chảy tại cửa nạp và cửa xả của quạt. Cũng cho phép cải tiến đường thông gió trên chiều dài hạn chế bằng ống lót bên trong, ví dụ như để nâng cao chất lượng hình dạng mặt cắt ngang của phép đo.

Cuối cùng nếu không thể tìm được một mặt phẳng đáp ứng điều kiện trên, phải lựa chọn một mặt phẳng đo lưu lượng theo thỏa thuận chung, nhưng cần nhấn mạnh rằng việc lựa chọn này sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo.

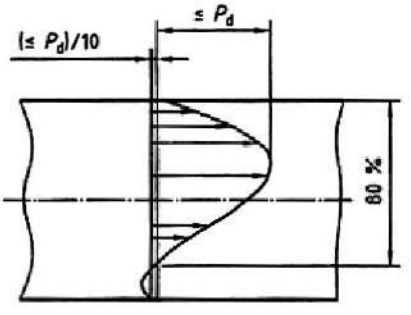


a) Phân bố lý tưởng của p_d



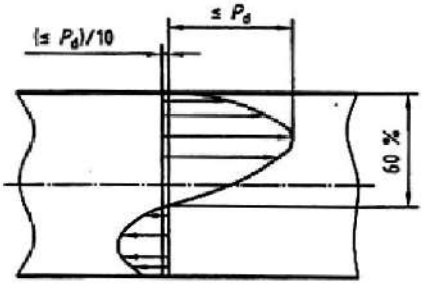
CHÚ THÍCH: Cũng đáp ứng yêu cầu đối với dòng chảy vào các đầu vào của quạt nhưng có thể không đáp ứng yêu cầu đối với dòng chảy vào các hộp đầu vào có thể tạo ra dòng xoáy trong hộp đầu vào

b) Phân bố tốt của p_d



CHÚ THÍCH: Trên 75% các số đọc của p_d lớn hơn p_{dmax}/10 (không đáp ứng yêu cầu đối với dòng chảy vào các đầu vào của quạt hoặc các hộp đầu vào)

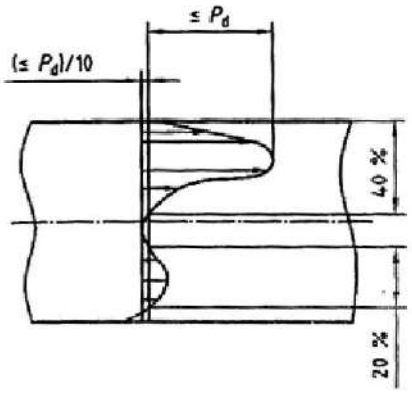
c) Phân bố đáp ứng yêu cầu của p_d



CHÚ THÍCH: Nhỏ hơn 75% các số đọc của p_d lớn hơn p_{dmax}/10 (không đáp ứng yêu cầu đối với dòng chảy vào các đầu vào của quạt hoặc các hộp đầu vào)

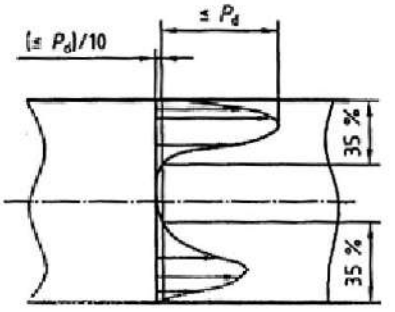
d) Phân bố không đáp ứng yêu cầu của p_d

Hình 9 - Các phân bố áp suất động lực học điển hình gặp trong các mặt phẳng đo áp suất động lực học trong các lắp đặt hệ thống quạt



CHÚ THÍCH: Nhỏ hơn 75 % các số đọc của p_d lớn hơn p_{dmax}/10 (không đáp ứng yêu cầu đối với dòng chảy vào các đầu vào của quạt hoặc các hộp đầu vào)

e) Phân bố không đáp ứng yêu cầu của p_d



CHÚ THÍCH: Nhỏ hơn 75 % các số đọc của p_d lớn hơn p_{dmax}/10 (không đáp ứng yêu cầu đối với dòng chảy vào các đầu vào của quạt hoặc các hộp đầu vào)

f) Phân bố không đáp ứng yêu cầu của p_d

Hình 9 - Các phân bố áp suất động lực học điển hình gặp trong các mặt phẳng đo áp suất động lực học trong các lắp đặt hệ thống quạt (tiếp theo)

8.2.2 Khả năng chấp nhận sự phân bố tốc độ

Sự phân bố tốc độ nên đồng đều trên toàn bộ mặt phẳng ngang. Sự phân bố đồng đều này được xem là có thể chấp nhận được khi trên 75% các số đo áp suất động lực học lớn hơn một phần mười số đo lớn nhất (xem Hình 9).

8.3 Xác định lưu lượng khi sử dụng các bộ phận có áp suất chênh

Các bộ phận có áp suất chênh tiêu chuẩn được thiết kế và sử dụng phù hợp với TCVN 8113-1 (ISO 5167-1) có thể được sử dụng mà không có sự hiệu chuẩn sơ bộ với điều kiện là phải bảo đảm rằng các điều kiện dòng chảy hiện có đối với các lưu lượng cực hạn cần cho thử nghiệm là có thể chấp nhận được, và cho phép sử dụng các số liệu cho trong tiêu chuẩn này có tính đến các yêu cầu của Phụ lục C.

Cho phép sử dụng các bộ phận có áp suất chênh không được tiêu chuẩn hóa với điều kiện là nhà cung cấp và người sử dụng thỏa thuận về lựa chọn các bộ phận và phương pháp hiệu chuẩn phải có cùng một độ chính xác như phương pháp hiệu chuẩn các bộ phận đã được tiêu chuẩn hóa. Các bộ phận có áp suất chênh không được tiêu chuẩn hóa có thể sử dụng trong các điều kiện này là:

a) Ở đầu vào của ống dẫn: tấm có lỗ định cỡ, vòi phun, ống venturi, đầu vào có miệng lọc hoặc đầu vào hình côn hoặc đầu vào Borda.

b) Ở đầu ra của ống dẫn: tấm có lỗ định cỡ, vòi phun, ống venturi.

8.4 Xác định lưu lượng bằng phương pháp diện tích có tốc độ

8.4.1 Khuyến nghị chung

8.4.1.1 Trong chừng mực có thể đạt được tốc độ trung bình phải đủ cao để cho phép sử dụng dụng cụ đo trong phạm vi có mức chính xác cao.

8.4.1.2 Mặt phẳng đo lưu lượng phải được bố trí trong bất cứ đoạn ống thẳng thích hợp nào ở đó chế độ dòng không khí chủ yếu là theo hướng chiều trục, đối xứng và không có dòng xoáy hoặc dòng ngược chiều. Yêu cầu này có tính đến nhiễu loạn đối với dòng chảy gây ra bởi các chỗ uốn cong, sự phình ra bất ngờ hoặc co hẹp lại, các vật cản hoặc do bản thân quạt.

8.4.1.3 Nếu có thể đạt được, mặt phẳng đo lưu lượng phải được lựa chọn trong một đoạn thẳng của đường thông gió có mặt cắt ngang đều nhau, không có vật cản có thể làm thay đổi dòng chảy ở mặt phẳng đo. Đoạn thẳng này phải có chiều dài cho thử nghiệm ít nhất là bằng hai lần đường kính thủy lực D_h của đường thông gió.

Mặt phẳng đo lưu lượng, nếu có thể thực hiện được nên cách đầu vào của quạt một khoảng ít nhất là 1,5 D_h khi được bố trí trên phía đầu vào của quạt hoặc cách đầu ra của quạt một khoảng ít nhất là 5 D_h khi được bố trí trên phía xả của quạt. Việc chấp nhận các khoảng cách tối thiểu này không ám chỉ rằng các yêu cầu của 8.4.1.2 đã được đáp ứng.

Nếu không thể lựa chọn một mặt phẳng đo đáp ứng các điều kiện nêu trên thì vị trí của mặt phẳng đo phải được lựa chọn theo thỏa thuận chung của các bên có liên quan. Trong trường hợp này, giá trị của các kết quả thử tùy thuộc vào sự thỏa thuận cùng nhau.

8.4.1.4 Phải lựa chọn đủ số lượng các điểm đo trong mặt cắt ngang có lưu ý đến các ảnh hưởng của thành và các biến đổi có thể có của tốc độ ở vùng trung tâm.

8.4.1.5 Khi đo lưu lượng bằng các phương pháp diện tích (vùng) có tốc độ, phải duy trì lưu lượng ở mức càng không thay đổi càng tốt trong suốt quá trình đo.

Để đạt được yêu cầu này, phải có sự phòng ngừa, cần thiết để giữ cho các yếu tố sau càng không thay đổi càng tốt trong suốt quá trình đo:

a) Lỗ tương đương hoặc sức cản của đường thông gió được biểu thị bằng bất cứ giá trị nào khác.

b) Tốc độ quay của quạt.

c) Áp suất và nhiệt độ của lưu chất trong hệ thống.

8.4.1.6 Khi thực hiện phép đo áp suất động lực học (hoặc tốc độ) theo các điểm đo ngang trong các điều kiện tại hiện trường cũng như đối với một phạm vi nào đó trong các điều kiện phòng thí nghiệm thường nhận thấy có độ dao động nhất định tại chỉ một điểm mặc dù toàn bộ lưu lượng và sức cản của hệ thống được giữ hầu như không thay đổi. Hiện trường này là do tính chất của

dòng lưu chất chảy rối trong đó xảy ra các thay đổi nhỏ ngẫu nhiên của sự phân bố tốc độ. Vì lý do phải lấy số đọc trung bình bằng mắt tại mỗi điểm ngang trong khoảng thời gian không ít hơn 15 s. Sau đó phải xác định toàn bộ lưu lượng từ diện tích của ống và từ giá trị trung bình của tất cả các số đọc riêng biệt hoặc giá trị trung bình của các căn bình phương của tất cả các số đọc áp suất động lực học. Nên lặp lại toàn bộ phép đo các điểm ngang, sau đó một hoặc nhiều lần tới khi số đo lưu lượng được tính toán từ hai điểm ngang liên tiếp không sai khác nhau quá 2%. Nên lấy giá trị trung bình của hai số đo này là giá trị chính xác.

8.4.2 Vị trí điểm đo

8.4.2.1 Quy định chung

Nên đặt đầu dò đo trong ống với dung sai bằng giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị như sau.

a) – 0,05 y (y là khoảng cách của đầu dò tới thành gần nhất của ống dẫn)

b) – 0,005 L_p (L_p là kích thước bên trong của ống dẫn vuông góc với thành gần nhất tới đầu dò)

Nếu một hoặc dung sai khác trong các dung sai này nhỏ hơn 1mm thì dung sai phải được lấy bằng 1 mm.

8.4.2.2 Tiết diện tròn

Đối với các tiết diện tròn, đường kính trung bình được lấy bằng giá trị trung bình cộng của các giá trị đo được trên cơ sở ít nhất là ba đường kính của tiết diện đo có khoảng cách góc giữa chúng gần như bằng nhau. Nếu độ chênh lệch giữa hai đường kính liền kề lớn hơn 1 % thì số lượng các đường kính được đo phải tăng lên gấp đôi.

Các kích thước của ống dẫn trong mặt phẳng của tiết diện đo phải được xác định với độ không đảm bảo nhỏ hơn 0,25 %.

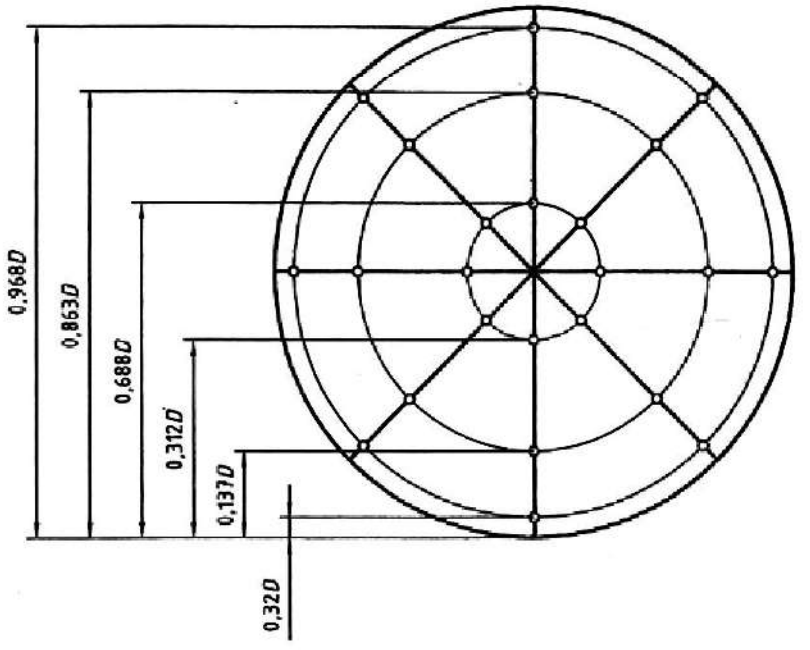
Số lượng tối thiểu của các điểm đo là 24. Các điểm đo phải được phân bố trên ít nhất là ba đường kính với ít nhất là ba điểm đo trên bán kính, phù hợp với các quy định được đặt ra ở trong hai phương pháp sau: phương pháp log-Tchebycheff hoặc phương pháp log-linear.

Bằng ví dụ, có thể lấy bốn đường kính với ba điểm đo trên bán kính (xem Hình 10) hoặc ba đường kính với bốn điểm đo trên bán kính (xem Hình 11).

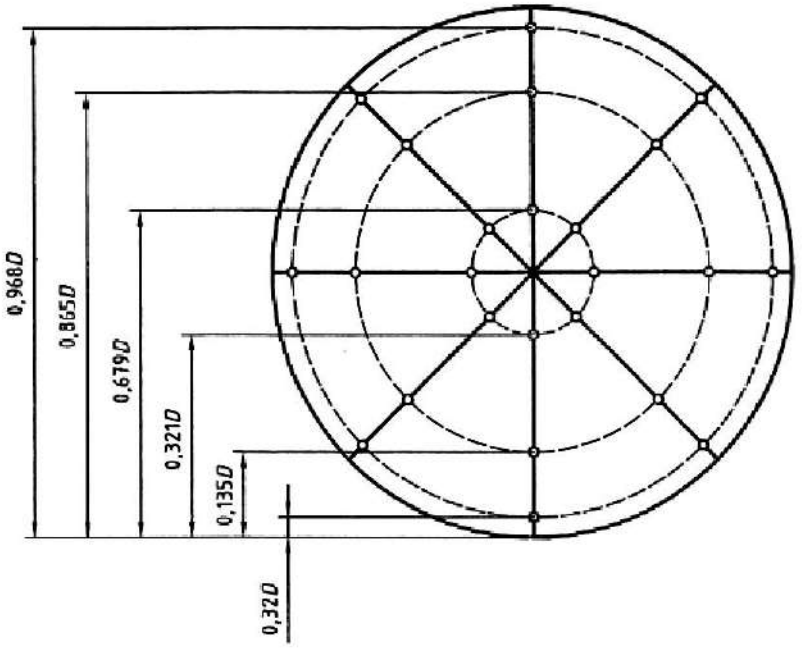
Các Bảng 2 và 3 đưa ra sự lựa chọn vị trí các điểm đo trên cơ sở các qui tắc log-Tcheby cheff và log-linear, nghĩa là:

- Cho ba điểm đo trên bán kính (Bảng 2);
- Cho bốn điểm đo trên bán kính (Bảng 3).

Tốc độ trung bình trong ống dẫn thu được bằng tính toán giá trị trung bình cộng của các tốc độ tại các điểm riêng biệt.

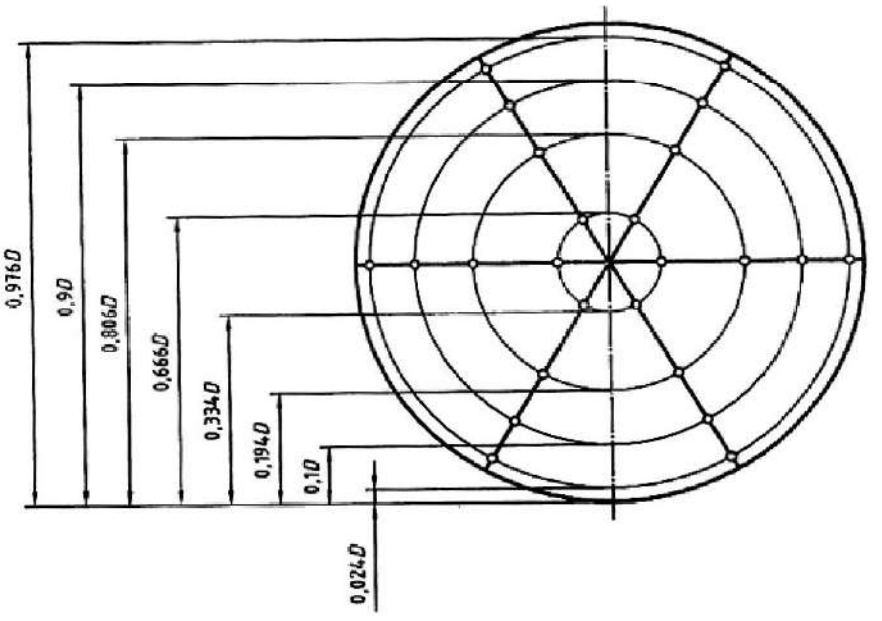


a) Phương pháp log-Tchebycheff

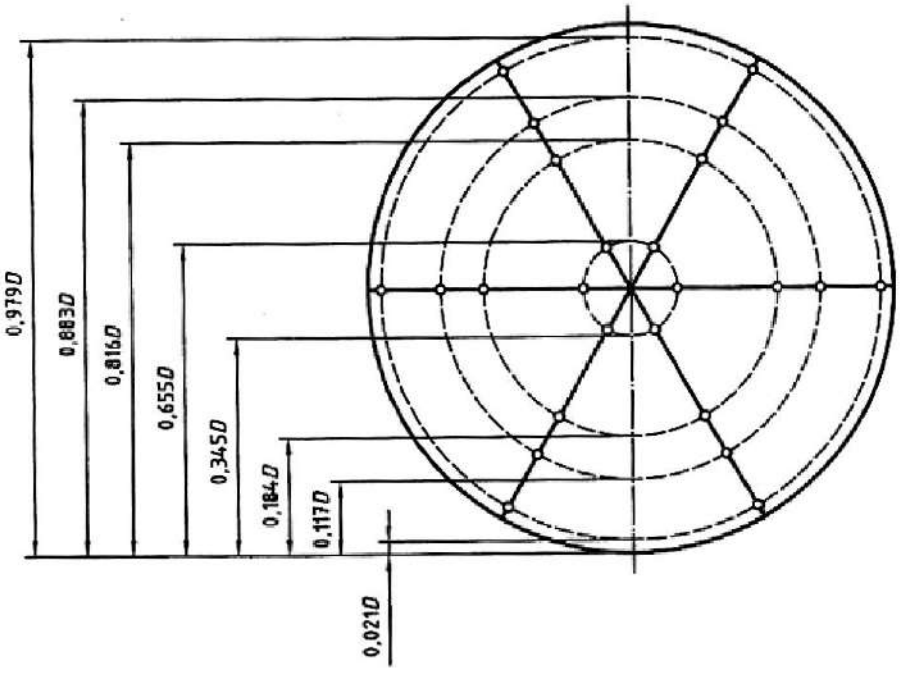


b) Phương pháp log-linear

Hình 10 - Lựa chọn vị trí các điểm đo trong một tiết diện tròn trên bốn đường kính và ba điểm đo trên bán kính



a) Phương pháp log-Tchebycheff



b) Phương pháp log-linear

Hình 11 - Lựa chọn vị trí các điểm đo trong một tiết diện tròn trên ba đường kính và bốn điểm đo trên bán kính

Bảng 2 - Ba điểm đo trên bán kính

Điểm	log-Tchebycheff *y/D*	log-linear *y/D*
1	0,032	0,032
2	0,137	0,135
3	0,312	0,321
4	0,688	0,679
5	0,863	0,865
6	0,968	0,968

Bảng 3 - Bốn điểm đo trên bán kính

Điểm	log-Tchebycheff *y/D*	log-linear *y/D*
1	0,024	0,021
2	0,100	0,117
3	0,194	0,184
4	0,334	0,345
5	0,666	0,655
6	0,806	0,816
7	0,900	0,883
8	0,976	0,979

Lưu lượng thể tích phải được tính toán bằng cách nhân tốc độ trung bình này với diện tích được tính toán khi sử dụng đường kính trung bình.

8.4.2.3 Các tiết diện dạng vành ở ngay phía đầu dòng của quạt hướng trục

Có thể sử dụng phương pháp diện tích có tốc độ để đo lưu lượng trong các tiết diện dạng vành với điều kiện là phải đáp ứng các yêu cầu sau.

a) Số lượng nhỏ nhất của các bán kính phân bố cách đều nhau phải là sáu.

b) Số lượng nhỏ nhất của bốn điểm đo trên bán kính phải được phân dọc theo bán kính phù hợp với qui tắc log-linear.

Việc xác định vị trí của các điểm đo (Hình 12) phụ thuộc vào giá trị của tỷ số giữa các đường kính D_a/D và được cho trong Bảng 4 (cho bốn điểm trên bán kính).

Đối với các giá trị trung gian, vị trí của các điểm đo sẽ được xác định bằng nội suy tuyến tính các số liệu trong bảng này.

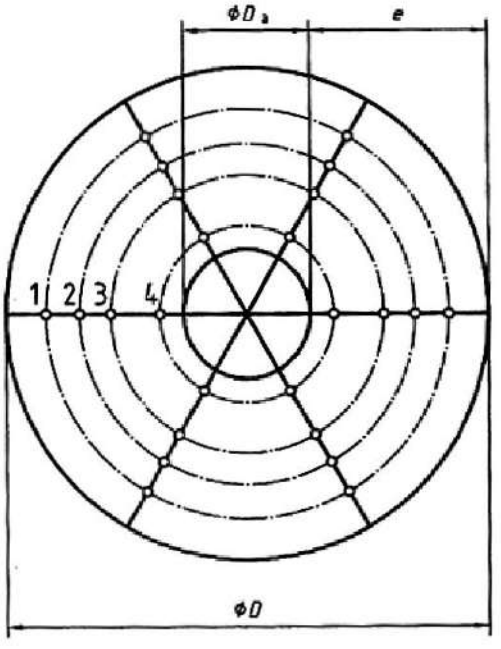
Tốc độ trung bình phải được xác định bằng tính toán giá trị trung bình cộng của tất cả các tốc độ ghi được trong tiết diện.

c) Lưu lượng phải được xác định bằng cách nhân diện tích của mặt cắt ngang với tốc độ trung bình.

d) Để xác định diện tích của tiết diện, phải đo đường kính trong và chiều dày e của vành (vòng) với dung sai thông thường là 0,25 %.

Để giảm bất cứ sai số nào về độ lệch tâm, chiều dày phải được lấy là giá trị trung bình của các phép đo được thực hiện trên cơ sở tối thiểu là bốn bán kính được phân bố với khoảng cách góc bằng nhau. Nếu hai kích thước theo bán kính sai khác nhau qua 1 % thì số lượng các kích thước được đo phải được tăng lên gấp đôi. Đường kính trong phải được tính toán trừ phép đo chu vi tương ứng. Diện tích của tiết diện dạng vành được cho bởi biểu thức.

$$A = \pi (D_a + e)\, e$$



Hình 12 - Lựa chọn vị trí các điểm đo đối với tiết diện dạng vành có ba đường kính và bốn điểm đo trên bán kính

Bảng 4 - Phân bố các điểm trong ống dẫn có tiết diện dạng vành

D_e/D	Các giá trị y/D			
	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4
0,05	0,023 7	0,097 3	0,202 4	0,349 8
0,1	0,023 5	0,096 5	0,200 4	0,345 2
0,15	0,023 2	0,095 1	0,197 0	0,336 2
0,20	0,022 8	0,093 2	0,192 4	0,324 0
0,25	0,022 2	0,090 8	0,186 5	0,309 7
0,30	0,021 6	0,087 9	0,179 4	0,293 6
0,35	0,020 8	0,084 4	0,171 4	0,276 1
0,40	0,019 9	0,080 4	0,162 2	0,257 5
0,45	0,018 8	0,076 1	0,152 2	0,238 2
0,50	0,017 7	0,071 2	0,141 3	0,218 2
0,55	0,016 4	0,065 9	0,129 6	0,197 6
0,60	0,015 0	0,060 4	0,118 0	0,176 7
0,65	0,013 6	0,053 8	0,104 3	0,155 4
0,70	0,011 9	0,047 2	0,090 7	0,133 7
0,75	0,010 2	0,040 2	0,076 6	0,111 9
0,80	0,008 4	0,032 9	0,062 0	0,089 8
0,85	0,006 3	0,025 1	0,047 1	0,067 6
0,90	0,004 4	0,017 1	0,030 6	0,045 2
0,95	0,002 2	0,008 7	0,016 0	0,022 6

8.4.2.4 Tiết diện chữ nhật

Trong trường hợp các ống dẫn có tiết diện hình chữ nhật, phải đo chiều cao và chiều dài của tiết diện dọc theo các đường được cho trên hình 13. Nếu độ chênh lệch giữa hai chiều cao hoặc chiều dài liền kề lớn hơn 1 % thì số lượng các điểm đo theo chiều này phải được tăng lên gấp đôi. Chiều cao trung bình của tiết diện sẽ được lấy bằng giá trị trung bình cộng của tất cả các chiều cao đo được và chiều dài trung bình của tiết diện là giá trị trung bình cộng của tất cả các chiều dài đo được.

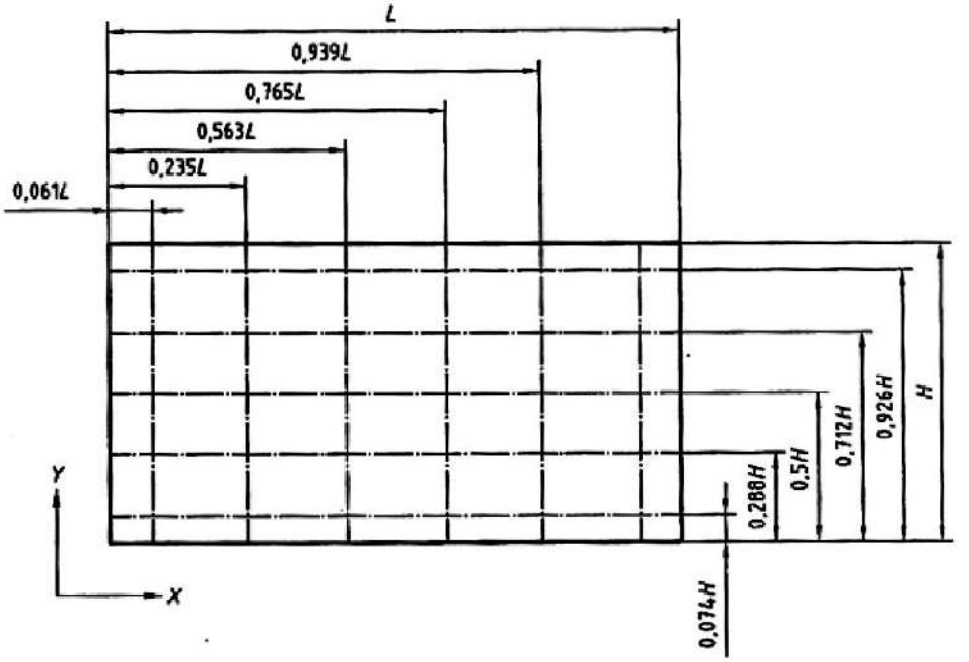
Diện tích của tiết diện theo qui ước phải được xem như bằng chiều dài trung bình nhân với chiều cao trung bình.

Các kích thước của ống dẫn cần cho tính toán diện tích của tiết diện đo phải được xác định với độ không đảm bảo đo nhỏ hơn 0,25 %.

Số lượng các đường ngang (song song với cạnh nhỏ) và số lượng các điểm đo trên đường ngang tối thiểu phải là 5. Nên tăng số lượng các đường ngang vượt quá 5 nếu tỷ số hình dạng bên ngoài của hình chữ nhật (tỷ số giữa chiều dài và chiều cao của hình chữ nhật) rất khác 1.

Các điểm đo được bố trí trên cơ sở phương pháp log-Tchebycheff và Bảng 5 giới thiệu sự lựa chọn vị trí của các điểm đo này.

Lưu lượng thể tích bằng diện tích của tiết diện nhân với giá trị trung bình cộng của các tốc độ cục bộ được đo tại các điểm đo khác nhau.



Hình 13 - Tiết diện hình chữ nhật với sáu đường ngang và năm điểm đo trên mỗi đường ngang

Bảng 5 - Sự phân bố điểm và đường theo log-Tchebycheff trong ống dẫn có tiết diện hình chữ nhật

Số lượng các đường ngang hoặc số lượng các điểm đo trên đường ngang	Điểm	Các giá trị $\frac{x_i}{L}$ hoặc $\frac{y_i}{H}$
5	1	0,074
	2	0,288
	3	0,500
	4	0,712
	5	0,926
6	1	0,061
	2	0,235
	3	0,437
	4	0,563
	5	0,765
	6	0,939
7	1	0,053
	2	0,203
	3	0,366
	4	0,500
	5	0,634
	6	0,797
	7	0,947

8.4.2.5 Các tiết diện có hình dạng bất kỳ khác

Có thể sử dụng các cải tiến tạm thời (ví dụ như lắp vào một ống lót có sức cản thấp) để tạo ra chiều dài thử nghiệm thích hợp có tiết diện hình chữ nhật hoặc hình tròn. Tuy nhiên, khi không thể thực hiện được sự cải tiến này thì lưu lượng thể tích của dòng lưu chất đi qua đoạn ống dẫn thẳng hoặc mặt cắt ngang đều, không thuộc dạng chữ nhật có thể được xác định một cách thuận tiện nhất bằng sự cải tiến biểu đồ đường ngang log-Tchebycheff thường được áp dụng cho mặt cắt ngang hình chữ nhật.

8.4.2.6 Biểu đồ đường ngang log-Tchebycheff cải tiến

Với sự thỏa thuận của các bên có liên quan, một mặt cắt ngang (tiết diện) có thể được xem là đều đặn nếu có thể vẽ một đường cơ sở song song với một cạnh thẳng theo chiều dọc hoặc trục dài của diện tích có các đường ngang vuông góc với đường cơ sở sao cho đường chu vi của diện tích này cắt qua các đầu mút của các đường ngang để tạo thành một đường cong tương đối trơn hoặc đường thẳng. Điều mong muốn là góc giữa đường chu vi và bất cứ đường ngang nào cũng không nên khác quá xa so với góc vuông. Tuy nhiên trong các phương pháp vạch ra dưới đây cần quy định sai lệch so với yêu cầu này trong trường hợp các đường ngang trong các vùng biên ngoài bên cạnh thành ống dẫn và trong tất cả các trường hợp được nêu trên các Hình 15 đến 27.

Để có thể áp dụng phương pháp đường ngang log-Tchebycheff cải tiến này cho mặt cắt ngang của ống dẫn không phải là hình chữ nhật mà trường hợp điển hình được cho trên Hình 14, cần phải đánh giá tốc độ trung bình cho mỗi đường ngang theo tỷ lệ với chiều dài của nó. Ngoài ra, đối với độ chính xác cao nhất phải thực hiện sự điều chỉnh đối với vị trí của các đường ngang (Số 1 và N_r trên biểu đồ) ở hai vùng biên bên cạnh thành ống dẫn. Phép phân tích chi tiết bằng máy đã được thực hiện để xác định vị trí chính xác đối với hai đường ngang ở bên ngoài biên (lề) trong mười ba dạng ống dẫn điển hình như đã chỉ dẫn trên các Hình 15 đến 27.

Các dạng ống dẫn này có tính đến ma sát của ống dẫn và hình dạng của thành.

Chúng cho phép xác định rất đơn giản lưu lượng thể tích bằng cách nhân tốc độ.

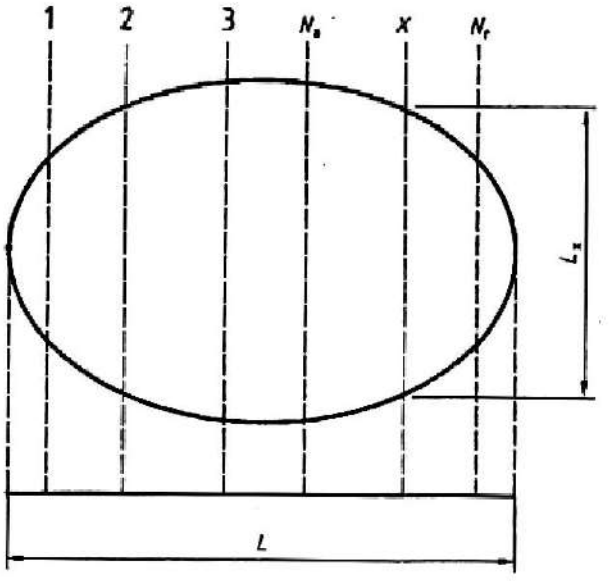
Trung bình đối với mỗi đường ngang với chiều dài của đường, cộng tích số này cho tất cả các đường ngang và nhân tổng số này với chiều dài (giữa các thành ống dẫn) của đường cơ sở đã lựa chọn và chia cho số lượng các đường ngang.

Phương pháp xác định vị trí chính xác của các đường ngang ở các vùng biên (số 1 và N_r trên Hình 14) được nêu trong 8.4.27 và Phụ lục B, và đòi hỏi phải sử dụng phương trình

$$y = kx^{-1/p_l}$$

Giá trị của p_l phụ thuộc vào nhám bề mặt của thành và số Reynolds và được đưa ra ở dạng chung trong Bảng 6.

Tuy nhiên, trong phần rất lớn các thiết bị không thể dễ dàng xác định một cách chính xác các thông số có liên quan và vì sự thay đổi vị trí của đường ngang biên ngoài đối với các giá trị p_l từ 5 đến 10 là tương đối nhỏ cho nên các vị trí của đường ngang biên ngoài được bố trí trên các Hình 15 đến 27 tất cả đều dựa trên giá trị trung bình của p_l bằng 7.



CHÚ DẪN

L là chiều dài cơ sở

L_x là chiều dài đường ngang

N_a là đường ngang

Hình 14 - Ống dẫn có mặt cắt ngang đều đặn nhưng không phải là hình chữ nhật hoặc hình tròn biểu thị sự phân bố mẫu của các đường ngang và các điểm đo

Bảng 6 - Giá trị của p_l là hàm số của nhám bề mặt của thành và số Reynolds

Thành nhám với số Reynolds thấp	p_l= 5
Thành nhám với số Reynolds cao hoặc thành nhẵn với số Reynolds thấp	p_l=7
Thành nhẵn với số Reynolds cao	p_l=10

Hướng dẫn để thực hiện phương pháp này đối với bất cứ dạng ống dẫn nào tương đương với các dạng trên các Hình 15 đến 27 như sau:

a) Phải lựa chọn một "đường cơ sở" song song với trục dài của mặt cắt ngang ống dẫn

b) Phải thực hiện các phép đo tốc độ tại các điểm quy định dọc theo ít nhất là sáu đường ngang song song vuông góc với đường cơ sở và vuông góc với đường trục của dòng chảy.

c) Phải phân bố các đường ngang số 2 đến (N_{r-1}) dọc theo đường cơ sở theo quy tắc log-Tchebycheff (xem Bảng 5).

d) Phải đặt các đường ngang 1 đến N_r phù hợp bảng thích hợp liền kề với các Hình 15 đến 27. Giá trị của p_l trong các Bảng này phải được lựa chọn từ Bảng 6 và nếu không xác định riêng nhám bề mặt của thành thì nên sử dụng giá trị p_l=7.

e) Phải đặt ít nhất là sáu điểm đo dọc theo mỗi đường ngang phù hợp với quy tắc log-Tchebycheff (xem Bảng 5). Ở bất cứ đường ngang rất ngắn nào, số lượng các điểm đo có thể giảm tới 5 nhưng tổng số các điểm đo cho toàn bộ diện tích không được nhỏ hơn 35.

f) Phải thực hiện các phép đo tốc độ tại các điểm quy định và xác định tốc độ trung bình cộng đối với mỗi đường ngang.

g) Lưu lượng thể tích cho toàn bộ đường thông gió được xác định bởi

1) Nhân tốc độ trung bình cộng đối với mỗi đường ngang với chiều dài của đường.

2) Cộng lại các giá trị thu được, và

3) Nhân tổng số này với chiều dài đường cơ sở giữa các thành ống và chia cho N_r

$$q_v = [(v_1 l_1) + (v_2 l_2) + \ldots + (v_N l_N)]\frac{L}{N_r}$$

trong đó:

q_v là tổng lưu lượng thể tích;

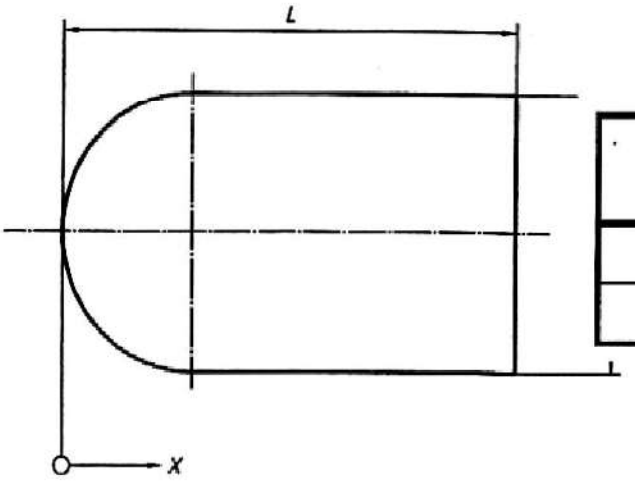
v_N là tốc độ trung bình cộng đối với đường x;

l_N là chiều dài của đường ngang x;

N_r là số lượng các đường ngang;

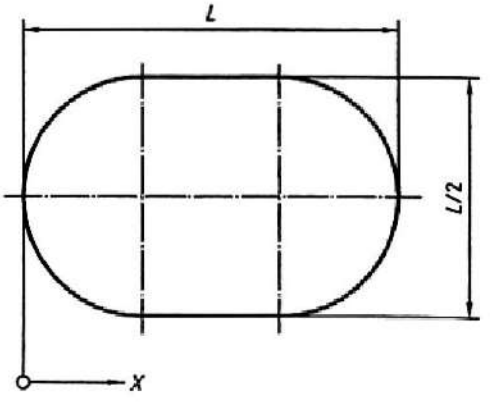
L là chiều dài đường cơ sở giữa các thành ống dẫn.

Một số cấu hình được xem xét:



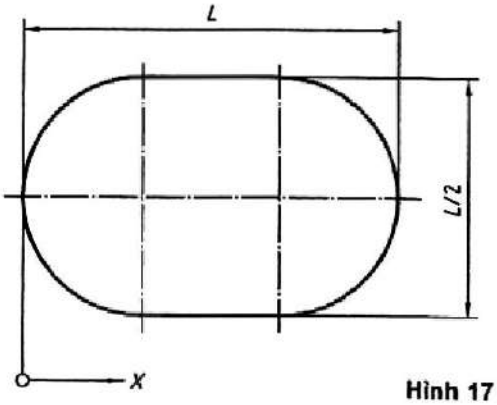
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,074	0,939
7	0,064	0,947

Hình 15



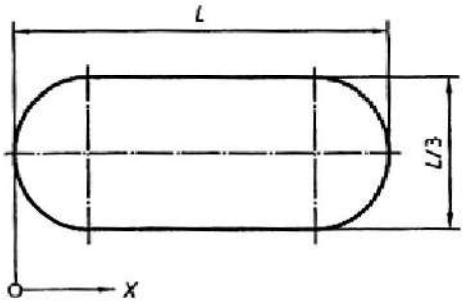
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,075	0,925
7	0,065	0,935

Hình 16



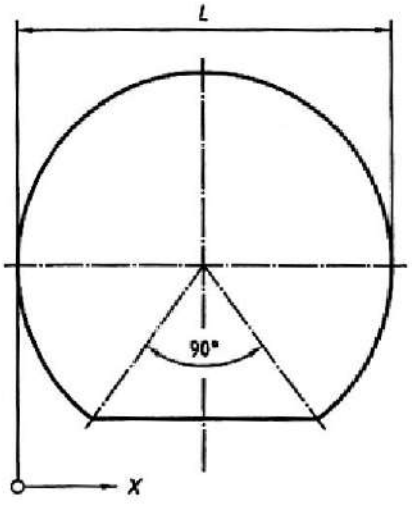
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,070	0,930
7	0,059	0,941

Hình 17



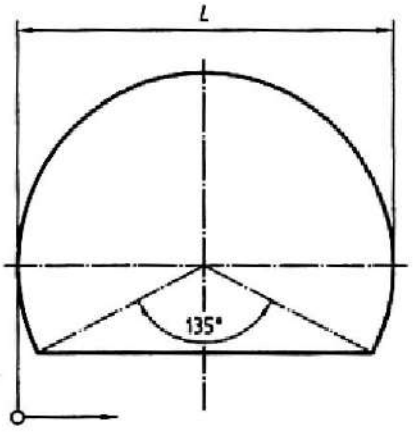
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,060	0,940
7	0,049	0,951

Hình 18



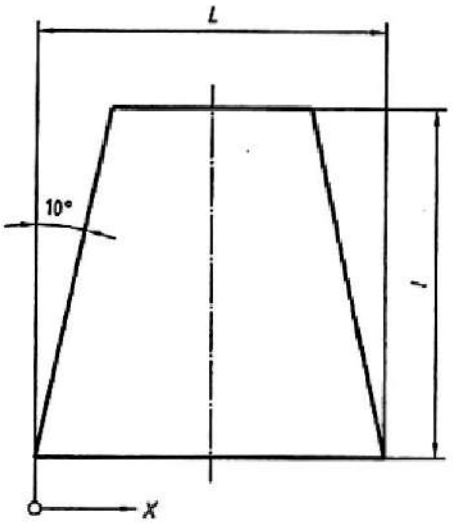
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,075	0,925
7	0,065	0,935

Hình 19



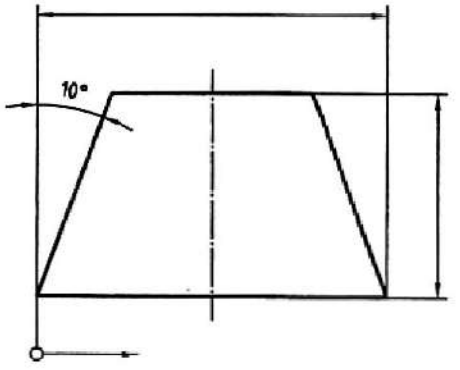
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,070	0,930
7	0,059	0,941

Hình 20



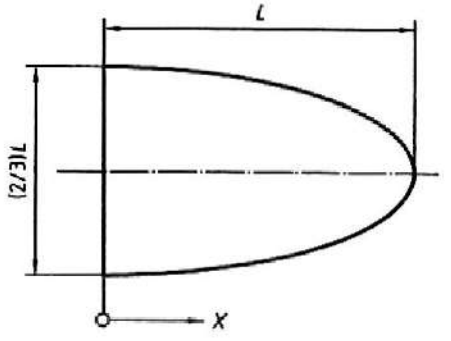
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,086	0,914
7	0,073	0,927

Hình 21



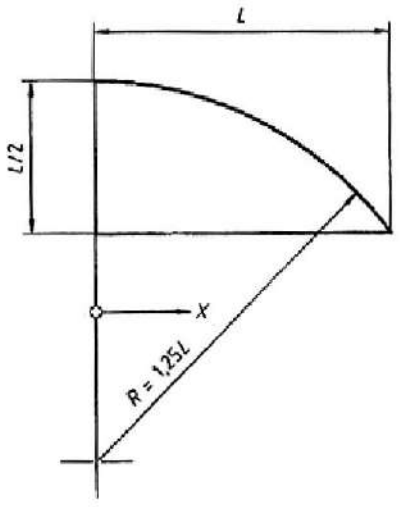
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,079	0,921
7	0,071	0,929

Hình 22



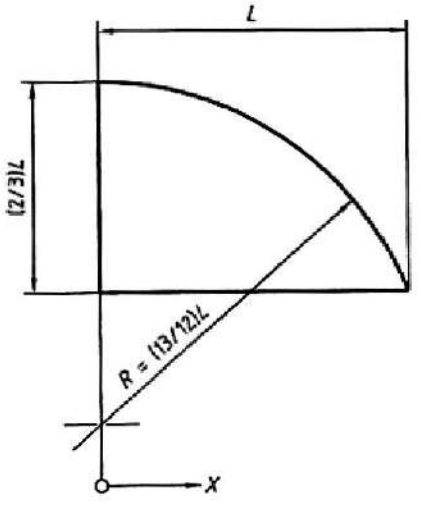
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,064	0,924
7	0,055	0,935

Hình 23



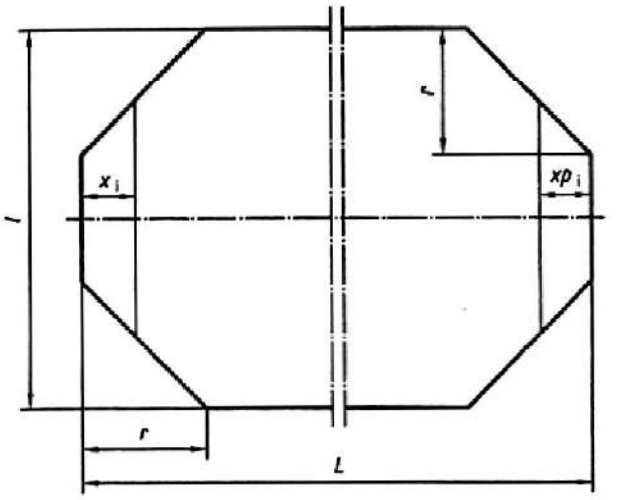
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,063	0,917
7	0,055	0,929

Hình 24



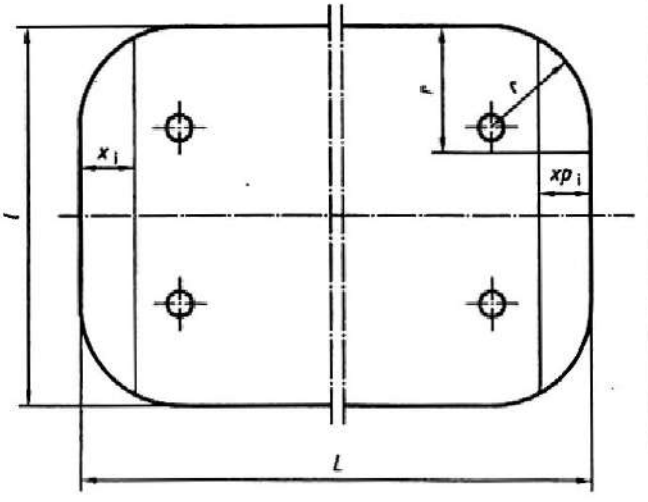
N_r	$\frac{X_1}{L}$	$\frac{X_N}{L}$
6	0,063	0,919
7	0,055	0,930

Hình 25



N_r	$\frac{L}{l}$	$\frac{r}{l}$	$\frac{x_1}{L}$
6	1	1/3	0,081 2
7			0,069 1
6		1/4	0,079 6
7			0,067 6
6	2	1/3	0,083 1
7			0,070 9
6		1/4	0,077 9
7			0,069 1

Hình 26



N_r	$\frac{L}{l}$	$\frac{r}{l}$	$\frac{x_i}{L}$
6	1	1/3	0,072 5
7			0,062 4
6		1/4	0,070 5
7			0,060 9
6	2	1/3	0,068 1
7			0,059 7
6		1/4	0,063 9
7			0,056 7

Hình 27

8.4.2.7 Các trường hợp trong đó mặt cắt ngang của ống dẫn không đủ gần tương đương với một trong các dạng trên các Hình 15 đến 27

Với điều kiện là không có các thay đổi đột ngột của đường chu vi thành ống thì một trong hai đoạn biên ngoài có chiều rộng L/N_r tại phía bên này hay phía bên kia của mặt cắt ngang ống dẫn được xử lý theo cách sau.

Hình 28 giới thiệu một họ đường cong có phương trình:

$$y = kx^{-1/p_l}$$

trong đó $p_l = 7$ (xem 8.4.2.5) và k thay đổi từ 0 đến 1.

Chiều rộng của đáy tới đường thẳng đứng có hoành độ bằng 1 biểu thị chiều rộng không thứ nguyên *a/a* của đoạn được xem xét. Trên đoạn này nên vẽ các chiều cao không thứ nguyên $\frac{l_1}{a}, \frac{l_2}{a}$ đến $\frac{l_5}{a}$ của các đoạn tại các hoành độ sau:

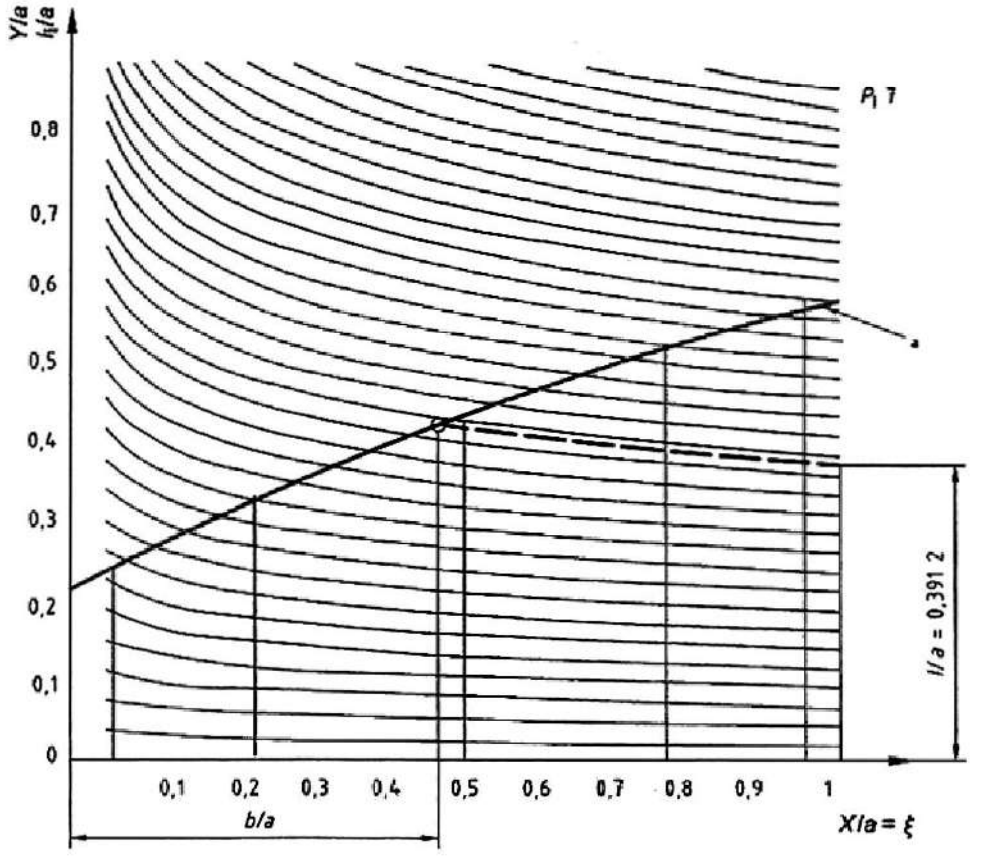
0,054 0,242 0,509 0,774 0,954

Tại đầu mút của đoạn có hoành độ = 1 như trên Hình 28, đánh dấu chiều cao thẳng đứng hoặc tung độ $\frac{I}{a}$ tương đương với tổng số của $\frac{l_1}{a}$ đến $\frac{l_5}{a}$ với các trọng số sau:

$$\frac{I}{a} = 0,083\,\frac{l_1}{a} + 0,196\,\frac{l_2}{a} + 0,255\,\frac{l_3}{a} + 0,226\,\frac{l_4}{a} + 0,115\,\frac{l_5}{a}$$

Từ đỉnh của I (hoành độ bằng 1, tung độ $\frac{I}{a}$) kẻ một đường song song với họ các đường cong tới điểm tại đó nó cắt đường cong biểu thị thành phía trên của đoạn (các tung độ $\frac{l_1}{a}$ đến $\frac{l_5}{a}$)

Hoành độ b của điểm này là hoành độ không thứ nguyên chính xác của đường ngang cho đoạn này. Khoảng cách của đường ngang từ thành của đoạn bằng $b \times a$. Các hướng dẫn nêu trên áp dụng cho trường hợp chung trong đó giá trị của hệ số p_1 trong bảng 6 được lấy bằng 7. Phụ lục A đưa ra giải thích đầy đủ hơn về phương pháp bao gồm các giá trị khác đối với p_1. Việc xử lý tổng quát hơn quá trình toán học được sử dụng trong xác định đường ngang ở vùng ngoài biên được cho trong Phụ lục B.



[a] Chiều cao không thứ nguyên của ống dẫn

Hình 28

9 Xác định công suất

9.1 Định nghĩa của các đặc tính liên quan đến công suất của quạt

9.1.1 Các đặc tính chính cho sử dụng được định nghĩa như sau:

– Công suất thông gió của quạt P_u là tích số của lưu lượng khối lượng q_m và công của quạt trên một đơn vị khối lượng y;

– Công suất của bộ cánh quạt P_r là công suất ra của bộ cánh quạt.

9.1.2 Ít khi có thể xác định một cách trực tiếp công suất của bộ cánh quạt do khó khăn trong việc đánh giá các tổn thất trong các ổ trục đỡ trục quạt. Tuy nhiên, biết được công suất này sẽ rất có ích trong việc xác lập đặc tính cơ bản của quạt.

Vì lý do này nên ưu tiên đo các giá trị sau được định nghĩa trong a), b) và c).

a) Công suất của trục quạt P_a là công suất cơ học ra truyền tới trục quạt bằng truyền động. Nó bao gồm các tổn thất trong các ổ trục, các vòng bít, các bộ phận làm mát ổ trục v.v...

b) Công suất của trục động cơ P_c là công suất có thể dùng được cho trục của truyền động. Công suất này chỉ bằng công suất P_a khi quạt được dẫn động trực tiếp. Trong các trường hợp khác.

$$p_a = \eta t_r P_0$$

trong đó ηt_r là hiệu suất của truyền động.

Việc xác định chính xác hiệu suất của truyền động sẽ gặp phải khó khăn đối với các công suất danh định nhỏ.

c) Công suất vào động cơ P_e là công suất truyền tới đầu vào của truyền động. Công suất này cũng là tổng công suất do thiết bị hấp thu. Trong trường hợp dẫn động bằng động cơ điện, đây là công suất điện vào các đầu cực của động cơ. Trong các trường hợp khác, công suất vào phải được xác định từ tiêu thụ nhiên liệu hơi, không khí nén v.v... theo cách đã được thỏa thuận giữa các bên có liên quan.

9.1.3 Từ các công suất này có thể xác định các hiệu suất sau: hiệu suất của quạt η_r, hiệu suất của trục quạtη_a, hiệu suất của động cơ quạt η_m và hiệu suất chung η_e thu được bằng cách chia lần lượt công suất thông gió của quạt, P_u cho công suất của bộ cánh quạt, công suất của trục quạt, công suất ra của động cơ và công suất vào động cơ.

Chỉ có hiệu suất sử dụng phản ánh khả năng sử dụng công suất ra truyền cho bộ cánh quạt.

Hiệu suất chung (hoặc hiệu suất của thiết bị) được sử dụng cho các quạt có trang bị động cơ có liên quan đến các tổn thất cơ học của quạt.

9.1.4 Các thỏa thuận giữa nhà cung cấp và khách hàng phải trình bày rõ công suất và hiệu suất nào nên được kiểm tra trong thử nghiệm.

9.2 Tổn thất trong quá trình truyền công suất từ động cơ đến bộ cánh quạt

Nếu các kết quả thử tại hiện trường được so sánh với các đặc tính của quạt thu được từ thử nghiệm trên băng thử thì công suất vào quạt nên được xác định theo cùng một cách cho cả hai trường hợp.

Khi cần thiết phải xác định công suất của trục quạt, trừ khi bộ cánh quạt được lắp trực tiếp trên trục động cơ, phải trừ đi công suất của trục động cơ một lượng công suất thích hợp cho phép đối với các tổn thất trong hệ truyền động. Để xác định các tổn thất này, phải sử dụng phương pháp đã được thỏa thuận với nhà cung cấp quạt.

Nếu cần thiết phải xác định công suất của bộ cánh quạt, phải trừ đi công suất của trục động cơ các tổn thất của ổ trục và của các truyền động khác. Giá trị của các tổn thất này được xác định theo thỏa thuận của các bên có liên quan.

9.3 Các phương pháp xác định công suất

9.3.1 Quy định chung

Để thu được công suất do quạt cung cấp với mức chính xác cần thiết phải lấy đủ số lượng trung bình của các kết quả đo.

Có thể xác định công suất của trục truyền động bằng cách áp dụng nhiều phương pháp. Công suất này có thể được đo trực tiếp bằng xoắn kế hoặc, trong trường hợp dẫn động bằng động cơ điện, được suy ra từ công suất điện vào các đầu cực của động cơ. Trong trường hợp cuối này công suất ra của động cơ được suy ra từ công suất điện vào bằng phương pháp cộng các tổn thất. Để đạt được mục đích này phải thực hiện các phép đo điện áp, dòng điện, tốc độ và trong trường hợp các động cơ xoay chiều, công suất điện vào sự trượt của các động cơ di bộ cho mỗi điểm thử và phải đo các tổn thất không tải của động cơ khi không được ghép nối với quạt. Có thể lựa chọn sử dụng các dữ liệu về đặc tính của các động cơ giống như các đặc tính đã sử dụng hoặc đặc tính của một động cơ đã được hiệu chuẩn từ trước.

Đối với các dụng cụ điện, công suất điện đưa vào động cơ trong quá trình thử quạt phải được đo bằng một trong các phương pháp sau:

a) Đối với các động cơ xoay chiều, bằng phương pháp Watt kế hoặc máy đo Watt giờ tích phân và một đồng hồ bấm giờ.

b) Đối với các động cơ một chiều, bằng phương pháp đo điện áp vào và dòng điện vào.

9.3.2 Xác định công suất của trục quạt bằng xoắn kế

Có thể đo momen xoắn đã triển khai trong trục quạt bằng xoắn kế được lắp đặt giữa quạt và hệ thống truyền động hoặc động cơ dẫn động hệ thống truyền động. Công suất được tính toán bằng cách nhân momen xoắn đã thu được với tốc độ quay đã được đo một cách cẩn thận.

Xoắn kế phải có độ chính xác lớn hơn 1,5 % giá trị momen xoắn được đo sao cho có thể xác định được công suất với độ chính xác 2 % nếu tốc độ quay được đo với độ không đảm bảo đo 0,5 %.

Theo thỏa thuận giữa các bên có thể sử dụng các dữ liệu liên quan đến sự hiệu chuẩn tĩnh của xoắn kế, các dữ liệu này phải được xem là độc lập đối với tốc độ. Trong trường hợp này nên thực hiện các thể nghiệm trong cùng các điều kiện như đối với hiệu chuẩn.

Trong một số trường hợp nên hiệu chuẩn xoắn kế trong các điều kiện thường gặp ở các thử nghiệm tại hiện trường do một cơ quan có thẩm quyền được các bên thừa nhận tiến hành ngay trước và sau của thử nghiệm và không có bất cứ sự thay đổi nào được thực hiện đối với tình trạng của xoắn kế. Momen xoắn phải được đo trong khi tải trọng tăng lên và phải chú ý bảo đảm sao cho trong quá trình lấy số đọc tải trọng không được giảm đi tại bất cứ thời điểm nào. Khi tải trọng giảm đi, phải có sự phòng ngừa tương tự. Nếu độ chênh lệch về momen xoắn khi chất tải và dỡ tải lớn hơn 1,5 % thì xoắn kế phải được xem là không đáp ứng yêu cầu. Trong trường hợp

ngược lại phải giữ lại giá trị trung bình của các kết quả đo khi chất tải và dỡ tải. Đường cong trung bình của hai đường cong hiệu chuẩn thu được trước và sau thử nghiệm phải được sử dụng làm đường cong hiệu chuẩn cho các tính toán; với điều kiện là hai giá trị đo được không sai khác nhau lớn hơn 1,5 %.

9.3.3 Xác định công suất ra cơ học của động cơ điện bằng phương pháp các tổn thất riêng biệt

9.3.3.1 Quy định chung

Có thể tính toán công suất trên trục của động cơ điện dẫn động bằng cách nhân công suất điện vào P_e đo được tại các đầu cực với hiệu suất của động cơ được đánh giá bằng phương pháp các tổn thất riêng biệt.

Việc đánh giá các tổn thất được thực hiện theo các phương pháp khác nhau tùy thuộc vào việc sử dụng động cơ điện xoay chiều ba pha hoặc động cơ điện một chiều. Có thể đo các tổn thất của một động cơ điện bằng phương pháp đo nhiệt lượng như đã mô tả trong IEC 60034-2A hoặc bằng một trong các phương pháp được mô tả trong IEC 60034-2.

9.3.3.2 Trường hợp quạt được dẫn động bằng động cơ dị bộ ba pha

Phải quan tâm đến các tổn thất sau:

a) Các tổn thất không đổi:

– Các tổn thất trong sắt hoạt tính (sắt từ) và các tổn thất không tải bổ sung trong các chi tiết kim loại khác;

– Các tổn thất do ma sát trong các ổ trục và chổi điện khi chúng không được đo trong vận hành;

– Tổng tổn thất do khe từ trong động cơ.

b) Các tổn thất do tải trọng:

– Các tổn thất do điện trở trong các cuộn dây sơ cấp;

– Các tổn thất do điện trở trong các cuộn dây thứ cấp;

– Các tổn thất về điện trong các chổi điện (nếu có).

c) Các tổn thất do tải trọng phụ thêm:

– Các tổn thất phát sinh do tải trọng trong sắt từ và các chi tiết khác bằng kim loại, trừ dây dẫn;

– Các tổn thất do dòng Foucault.

Có thể tính toán hiệu suất từ tổng các tổn thất được thừa nhận bằng tổng các tổn thất xác định theo cách sau.

a) Các tổn thất không đổi

Tổng các tổn thất không đổi được xác định bằng cách cho chạy máy như một động cơ không tải. Động cơ được cấp điện với điện áp và tần số danh định. Công suất hấp thu được giảm đi bởi các tổn thất do điện trở trong các cuộc dây sơ cấp sẽ cho tổng các tổn thất không đổi. Các tổn thất do điện trở trong cuộn dây thứ cấp có thể được bỏ qua.

b) Các tổn thất do tải trọng

Các tổn thất do điện trở trong các cuộn dây sơ cấp được tính toán từ điện trở của các cuộn dây sơ cấp đo được bằng dòng điện một chiều và được hiệu chỉnh theo nhiệt độ chuẩn, và từ dòng điện tương ứng với tải trọng tại đó tính toán các tổn thất.

Các tổn thất do điện trở trong các cuộn dây thứ cấp được lấy bằng tích số của độ trượt và tổng công suất được truyền cho cuộn dây thứ cấp.

Các tổn thất do tải trọng phụ thêm được thừa nhận là biến đổi theo bình phương của dòng điện sơ cấp. Tổng giá trị tổn thất ở toàn tải bằng 0,5% công suất vào định mức của động cơ.

9.3.3.3 Trường hợp quạt được dẫn động bằng động cơ điện một chiều hoặc động cơ không đồng bộ một pha

Để xác định hiệu suất của động cơ cần tham khảo IEC 60034-2.

9.3.4 Về các đặc tính của động cơ giống động cơ được sử dụng

Khi không thể sử dụng được phương pháp các tổn thất riêng biệt, cho phép sử dụng các dữ liệu do nhà sản xuất động cơ cung cấp về các tính năng có thể được mong đợi từ các động cơ giống hệt như các động cơ được sử dụng cho thử nghiệm tại hiện trường với điều kiện là có sự thỏa thuận của các bên có liên quan về vấn đề này. Các dữ liệu do nhà sản xuất cung cấp có thể được xem là đủ để xác định công suất ra của động cơ từ các kết quả đo các giá trị công suất điện vào.

Công suất do động cơ phát sinh trong các thử nghiệm cần tương thích với công suất phát sinh khi xác lập các đặc tính. Điện áp cần ổn định và giá trị trung bình của điện áp không được sai lệch lớn hơn 2 % so với điện áp được sử dụng khi xác lập các đặc tính.

Công suất hữu ích do động cơ cung cấp tương đương với công suất vào của động cơ và công suất hữu ích có thể được suy ra trực tiếp từ các bảng cho công suất này như một hàm số của thông số khác, hoặc gián tiếp từ các bảng cho hiệu suất hoặc hiệu suất và hệ số công suất.

Trong trường hợp thứ hai công suất ra của động cơ được xác định theo phương trình:

$$P_0 = P_e \eta_{mot}$$

trong đó P_e được đo bằng Watt - giờ kế đối với các động cơ một pha hoặc bằng phương pháp Watt - giờ kế đối với các động cơ ba pha.

Trong trường hợp thứ ba ta có:

$P_0 = \cos\varphi UI\eta_{mot}$ đối với các động cơ một pha;

$P_0 = \cos\varphi\sqrt{3}UI\eta_{mot}$ đối với các động cơ ba pha.

trong đó U và I biểu thị các giá trị của điện áp và dòng điện được đo trong quá trình thử tại hiện trường. Đối với các động cơ ba pha các giá trị này là các giá trị đo được trên mỗi pha.

9.3.5 Sử dụng động cơ được hiệu chuẩn

Việc sử dụng động cơ được hiệu chuẩn cho phép suy ra công suất do động cơ phát sinh từ công suất ra các đầu cực của nó bằng cách sử dụng các đường cong về hiệu suất của động cơ hoặc thay đổi của công suất cơ học có ích của động cơ như là một hàm số của công suất điện vào. Các đường cong này đã được vẽ từ trước trên băng thử và phải được thỏa thuận giữa nhà cung cấp và khách hàng. Phải sử dụng các dữ liệu này theo cùng một cách trong các trường hợp nêu trên (9.3.4).

Nên xác lập các dữ liệu trong phạm vi từ giá trị nhỏ hơn điện áp danh định 10 % tới giá trị lớn hơn điện áp danh định 10 %.

Đối với các phép đo này phải cho phép động cơ chạy có tải trong thời gian ít nhất là 90 min để bảo đảm cho động cơ đạt tới nhiệt độ càng gần với nhiệt độ đạt được trong vận hành càng tốt.

Để sử dụng các dữ liệu hiệu chuẩn nên bảo đảm cho công suất ra của động cơ tương thích với công suất được sử dụng trong hiệu chuẩn, điện áp pha ổn định và giá trị trung bình của điện áp này không sai khác lớn hơn 2 % so với điện áp hiệu chuẩn.

Trong trường hợp có bất cứ nghi ngờ nào về tính ổn định và các giá trị tần số của nguồn cấp điện thì nên tiến hành đo tần số. Để đạt được mục đích này nên tham khảo kiến nghị thích hợp của IEC.

9.4 Dụng cụ đo

Trong tất cả các trường hợp phải đo công suất, điện áp và dòng điện bằng các dụng cụ đo có cấp chính xác 0,5 (theo IEC 60051-8) được hiệu chỉnh phù hợp với đường cong hiệu chuẩn, hoặc có cấp chính xác 0,2 không yêu cầu phải hiệu chỉnh. Việc lựa chọn dụng cụ đo phải bảo đảm sao cho trong cả hai trường hợp giá trị lớn hơn giá trị đọc của toàn bộ thang đo. Các máy biến dòng và biến điện áp của dụng cụ đo phải được lựa chọn để vận hành càng gần với phụ tải định mức của chúng càng tốt để giảm tới mức tối thiểu các sai số. Các dụng cụ này luôn được đấu nối càng gần với các đầu cực của động cơ càng tốt để ngăn ngừa sự sụt điện áp trong các dây dẫn ảnh hưởng đến các phép đo.

9.5 Sự phòng ngừa trong thử nghiệm tại hiện trường

Phải chú ý bảo đảm cho công suất đo được tương đương với các giá trị lưu lượng khối lượng và công của quạt trên một đơn vị khối lượng đo được.

Để đạt được mục đích này phải bảo đảm rằng trong quá trình đo hai giá trị này, không có sự biến đổi công suất đột ngột hoặc liên tục bằng cách thực hiện đủ số lượng các phép đo công suất vào.

10 Độ không đảm bảo gắn liền với xác định đặc tính của quạt

10.1 Quy định chung

Các kết quả thử nghiệm này sẽ cung cấp giá trị thực đối với sức cản dòng chảy của hệ thống thông gió có thể được so sánh với giá trị quy định và cũng sẽ cung cấp điểm đặc tính thực nghiệm với các đường thông gió tiêu chuẩn. Các sự khác biệt trong mỗi trường hợp có thể là do bất cứ nguyên nhân nào sau đây:

- Rò rỉ, sự quay vòng hoặc các lỗi khác trong hệ thống;
- Đánh giá không chính xác sức cản dòng chảy của hệ thống đường thông gió;
- Áp dụng sai các dữ liệu thử nghiệm tiêu chuẩn;

Tổn thất quá lớn trong một thành phần của hệ thống được bố trí quá gần đầu ra của quạt hoặc ở nơi khác;

- Sự nhiễu loạn của đặc tính quạt gây ra bởi chỗ uốn cong hoặc các thành phần khác của hệ thống được bố trí quá gần với đầu vào của quạt;
- Các sai số vốn có trong phép đo tại hiện trường.

Trong nhiều trường hợp các điều kiện ở hiện trường có thể là độ chính xác của việc xác định đặc tính sẽ thấp hơn nhiều so với độ chính xác mong đợi cho các thử nghiệm quạt với các đường cong tiêu chuẩn, trong trường hợp này có thể cần đến một phép thử với kích thước thực hoặc thử mo hình với quạt vận hành trong cấu hình đường thông gió tiêu chuẩn ngoài thử nghiệm tại hiện trường.

Thử nghiệm tại hiện trường có thể là cơ sở cho thử nghiệm thu quạt nếu có sự thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng. Nếu bất cứ thử nghiệm nào tại hiện trường là để tạo thành một phần của sự bảo hành giữa nhà sản xuất và khách hàng thì nhà sản xuất nên lợi dụng cơ hội này để kiểm tra sự lắp đặt đường thông gió hoặc các bản vẽ lắp đặt trước khi lắp đặt quạt tại hiện trường và thỏa thuận các vị trí tốt nhất cho các phép đo.

Trước khi lắp đặt quạt tại hiện trường, nhà sản xuất nên chỉ ra bất cứ các sửa đổi nào có thể là cần thiết để thử nghiệm phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

Khi không thể tuân theo một cách nghiêm ngặt các khuyến nghị của tiêu chuẩn này, một số sửa đổi có thể được thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng nhưng trong trường hợp này nên hiểu rằng độ chính xác của các kết quả rất có thể bị ảnh hưởng.

10.2 Sai số đặc tính

Bất cứ thử nghiệm nào về đặc tính của quạt đều có sai số và phạm vi của các sai số thử nghiệm này đã được xác định về mặt trị số là độ không đảm bảo đo. Các sai số này khác với các sai số khác của chính quạt do các thay đổi không tránh khỏi trong chế tạo. Phạm vi yêu cầu của thay đổi trong chế tạo này phải được cộng vào độ không đảm bảo đo để xác định dung sai nhỏ nhất yêu cầu đối với một đặc tính. Các dung sai đã nêu không được quy định trong tiêu chuẩn này nhưng một số khuyến nghị về sử dụng chúng được cho trong 9.3 và 9.4.

10.3 Độ không đảm bảo đo

Trong tiêu chuẩn này độ không đảm bảo đo được biểu thị bằng phần trăm của một đại lượng được đo trực tiếp (ví dụ, áp suất) hoặc đại lượng được xác định từ các phép đo khác (ví dụ, lưu lượng thể tích). Có thể đánh giá với các giới hạn độ tin cậy 95 % rằng ngoài số lượng lớn các phép đo có sự phân bố thống kê theo luật phân bố chuẩn có thể có tới 95 % các phép đo ở trong các giới hạn quy định với 2,5 % cao hơn giới hạn trên và 2,5 % thấp hơn giới hạn dưới. Trong Điều 17 của TCVN 9439 (ISO 5801) đã quy định các giới hạn độ chính xác yêu cầu cho mỗi phép đo riêng và cũng có thể lấy các giới hạn này là các giới hạn lớn nhất của độ không đảm bảo. Độ không đảm bảo được biểu thị bằng phần trăm của đại lượng có liên quan đến các tính toán sau; ví dụ như nhiệt độ t được đo tới ± 1,0 ^{0}C nhiệt độ không đảm bảo đo tương ứng được lấy bằng ± 0,5 % của nhiệt độ tuyệt đối (273 + *t*) cho các thử nghiệm ở nhiệt độ phòng.

Ví dụ này cũng minh họa phép tính "làm tròn" gần đúng thích hợp cho việc đánh giá độ không đảm bảo. Khi lấy phạm vi nhiệt độ khí quyển từ 0 ^{0}C đến 40 ^{0}C, các tính toán chính xác tương ứng của độ không đảm bảo sẽ là ± 0,36 % và ± 0,32 %. Độ chính xác biểu kiến này hoàn toàn không được điều chỉnh và độ chính xác đánh giá thực tế là ± 0,5 %.

10.4 Độ không đảm bảo quy định

Độ không đảm bảo đo lớn nhất cho trong Bảng 7 áp dụng cho các đại lượng được xác định phù hợp với điều 17 của TCVN 9439 (ISO 5801) với điều kiện là nhiệt độ và áp suất tại đầu vào hoặc đầu ra của quạt nằm trong phạm vi của khí quyển thông thường.

10.5 Phân tích độ không đảm bảo

10.5.1 Quy định chung

Về cơ bản, sự phân tích này xử lý độ không đảm bảo chung sẽ xuất hiện một cách không tránh được khi kết hợp một loạt các thông số đo và dựa vào các điều kiện riêng.

Các đại lượng được xác định từ một loạt các phép đo đã đề ra là lưu lượng thể tích, sự tăng lên của áp suất quạt và công suất do quạt hấp thu. Độ không đảm bảo có khả năng xảy ra trong các đại lượng được xác định phụ thuộc rất nhiều vào các sai số và độ không đảm bảo của các phép đo riêng biệt.

Bảng 7 - Độ không đảm bảo lớn nhất

Đại lượng	Độ không đảm bảo lớn nhất
Áp suất khí quyển được đo bằng khí áp kế được hiệu chuẩn cục bộ nhưng không được hiệu chỉnh theo nhiệt độ	± 0,3% của p_a
Nhiệt độ đo được tới ± 1,0 ^{0}C và được biểu thị dưới dạng nhiệt độ tuyệt đối.	± 0,5% của (273 +t)
Độ ẩm là độ không đảm bảo của mật độ không khí do độ không đảm bảo ± 2 ^{0}c khi xác định nhiệt độ bầu ướt t_w ở nhiệt độ bầu khô 30 ^{0}C	± 0,2% của ρ_a
Áp suất tĩnh (lớn hơn 150 Pa) kết hợp với sự không ổn định của áp kế 1 % và độ không đảm bảo của số đọc 1 %.	± 1,4% của p_s hoặc Δp
Diện tích của ống dẫn hoặc đầu ra quạt	± 0,5% của A
Diện tích của lỗ phun hoặc cổ (họng) vòi phun	± 0,2% của $\pi d^2/4$
Tốc độ quay của bộ cánh quạt	± 0,5% của n
Công suất vào bộ cánh quạt, ngoại trừ các xác định với tỷ lệ đáng kể của các tổn thất truyền động	± 2,0% của P_r
Mật độ không khí của khí quyển bao gồm cả lượng hiệu chỉnh trong xác định	± 0,4% của ρ_a
Mật độ không khí trong đường thông gió có hiệu chỉnh độ ẩm (quạt bất kỳ có tỷ số nén $r \leq 1,3$)	± 0,6% của ρ_a
Mật độ không khí trong đường thông gió không có hiệu chỉnh độ ẩm với điều kiện là áp suất tổng của $p_F \leq 10\,000$ Pa và hàm lượng ẩm ≤ 0,015 kg/kg	± 0,6% của ρ_a

10.5.2 Lưu lượng thể tích (hoặc lưu lượng khối lượng) ở đầu vào

Khi các điều kiện dòng chảy đáp ứng các yêu cầu quy định trong 8.2.1 và khi lưu lượng được xác định phù hợp với 8.3 thì độ không đảm bảo lớn nhất như sau:

± 2,0% của q_V (hoặc ± 2,0 % của q_m)

Khi xuất hiện dòng xoáy hoặc các tuyến dòng chảy gần như không song song với nhau thì độ không đảm bảo sẽ tăng lên.

Khi lưu lượng được xác định phù hợp với 8.4, độ không đảm bảo đo như sau:

– ± 3,0 % của q_V (hoặc q_m) cho các phép đo được thực hiện với ống Pitot tĩnh trong đường thông gió có hình dạng đều;

– ± 3,3% q_V (hoặc q_m) cho các phép đo được thực hiện với ống Pitot tĩnh trong đường thông gió có hình dạng không đều;

– ± 3,5% của q_V (hoặc q_m) cho các phép đo được thực hiện với phong tốc kế trong đường thông gió có hình dạng đều;

– ± 4,0% q_V (hoặc q_m) cho các phép đo được thực hiện với phong tốc kế trong đường thông gió có hình dạng không đều.

10.5.3 Áp suất động lực học của quạt

Độ không đảm bảo lớn nhất xấp xỉ bằng 4 % của p_{d2}.

10.5.4 Áp suất của quạt

Áp suất này phụ thuộc vào kiểu lắp đặt (B, C hoặc D) và tỷ số giữa áp suất động lực học của quạt và áp suất của quạt. Sự phụ thuộc của các yếu tố này của độ không đảm bảo lớn nhất đối với p_F được cho trên Hình 29 cho trường hợp khi các diện tích ống dẫn ở đầu vào và đầu ra bằng diện tích đầu ra của quạt. Các thay đổi từ + 7 % đến – 5 % đối với các diện tích này là không đáng kể.

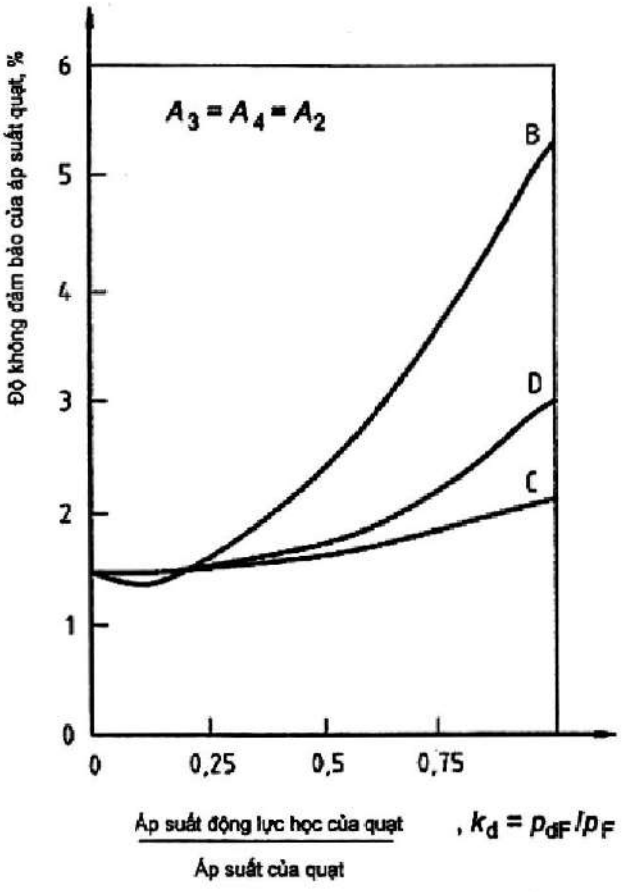
10.5.5 Độ không đảm bảo của đường đặc tính (xem Hình 30)

Độ không đảm bảo lớn nhất của lưu lượng thể tích khi được thử với sức cản không đổi của hệ thống phụ thuộc vào độ dốc của đường đặc tính của quạt (xem Hình 31). Các diện tích có gạch chéo bao phủ các độ dốc theo tỷ lệ thay đổi từ 0 % đến -2 % đối với p_F cho thay đổi + 1 % đối với q_V và thường bao gồm điểm có hiệu suất tốt nhất trên đường đặc tính.

CHÚ THÍCH: S là độ dốc của tỷ lệ của đường đặc tính, nghĩa là $S = \Delta P_F / \Delta q_v$ tỷ số giữa thay đổi theo phần trăm của áp suất quạt và thay đổi theo phần trăm của lưu lượng thể tích. S là âm khi áp suất giảm do lưu lượng tăng lên.

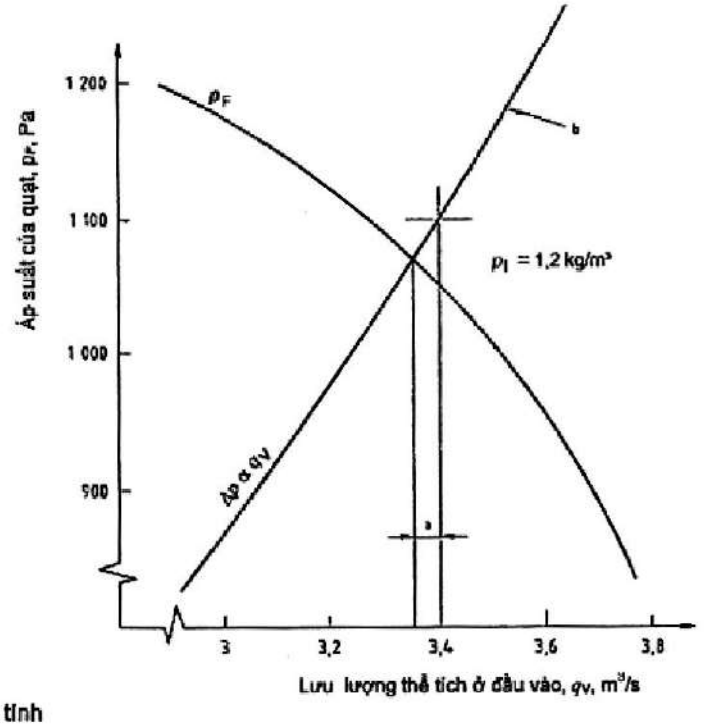
10.5.6 Hiệu suất của quạt

Hiệu suất này được chỉ ra trên thang chia độ riêng biệt trên Hình 31.



CHÚ THÍCH: B, C, D là các kiểu lắp đặt.

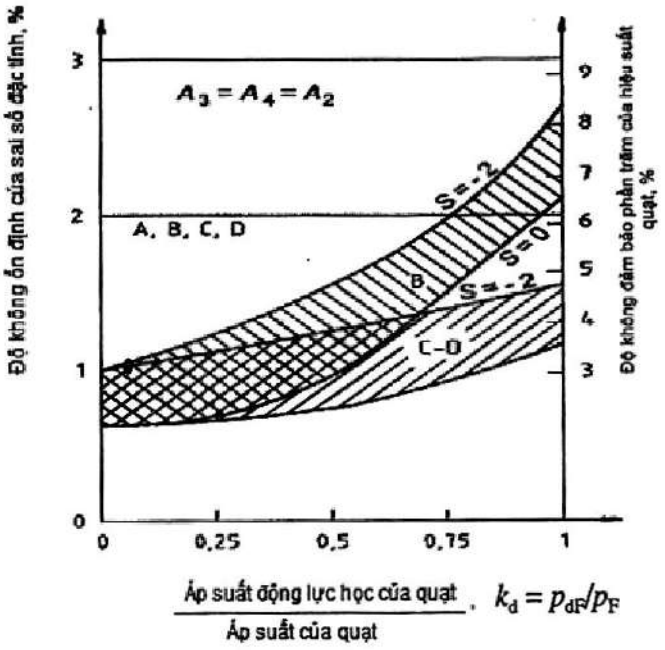
Hình 29 – Độ không đảm bảo của áp suất quạt



[a] Sai số đặc tính

[b] Chế độ làm việc quy định 3,4 m^3/s ở 1100 Pa

Hình 30 – Ví dụ về thử nghiệm cho một chế độ làm việc quy định



Hình 31 – Độ không đảm bảo của đường đặc tính và độ không đảm bảo của hiệu suất quạt

10.5.7 Tốc độ quay

Ảnh hưởng của hệ chuyển đổi từ tốc độ thử sang tốc độ quy định làm tăng các độ không đảm bảo lớn nhất được hiển thị theo phần trăm như sau:

- Độ không đảm bảo của lưu lượng thể tích ở đầu vào: từ $\pm e_q$ đến $\pm \left(e_q^2 + 0,25\right)^{0,5}$

- Độ không đảm bảo của áp suất quạt: từ $\pm e_p$ đến $\pm (e_p^2 + 1,0)^{0,5}$

- Độ không đảm bảo của đường đặc tính: từ $\pm e_\Delta$ đến $\pm \left(e_\Delta^2 + 0,25\right)^{0,5}$

Không thay đổi đối với độ không đảm bảo của hiệu suất quạt.

10.5.8 Độ không đảm bảo trong xác định công xuất (các phương pháp điện)

Trong một hệ thống điện ba pha, giả thử rằng máy đo điện tích phân sẽ thực hiện hai phép đo tương ứng với W_1 và W_2.

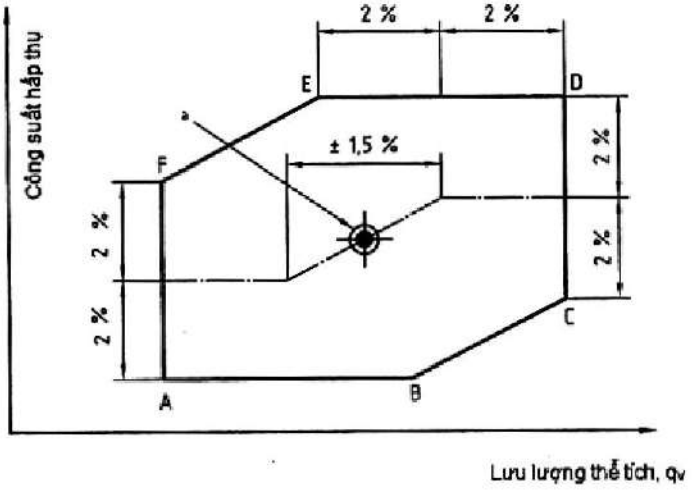
Máy đo điện nên là một dụng cụ đo chính xác cấp 0,2, nghĩa là độ không đảm bảo của dụng cụ đo phù hợp với IEC 60051-8 là ± 0,2 %. Định mức của cong suất vào máy đo sẽ là ± 0,5 % với các dụng cụ làm việc ở 50% hoặc lớn hơn cong suất thực của chúng. Nếu tất cả các điều kiện của IEC 60034-1 được đáp ứng thì độ không ổn định của hiệu suất máy đo sẽ là ± 0,6 % và độ không đảm bảo toàn bộ đối với công suất điện hấp thụ là ± 2,0 %.

10.5.9 Công suất hấp thụ ứng với các đặc tính lưu lượng thể tích

Các dung sai về kết cấu không nên dẫn đến biến đổi công suất lớn hơn ± 1,5 % với một biến đổi lưu lượng thể tích tương ứng.

Hình 32 chỉ ra rằng công suất cơ bản của quạt phải nằm trên đường a – b, vị trí chính xác phụ thuộc vào lưu lượng của quạt. Tại điểm bất kỳ trên đường a – b này đều có thể áp dụng được các dung sai của dụng cụ đo và của phép đo.

Tại các giới hạn cực hạn của a và b sẽ có độ không đảm bảo của lưu lượng ± 2 % cùng với độ không đảm bảo của công suất ± 2 % và các độ không đảm bảo này sẽ tạo ra hình bao của dung sai trong đó chứa công suất và lưu lượng đo được, với điều kiện là công suất đo được gắn liền với lưu lượng q_v nằm trong đường bao khép kín ABCDEF, quạt sẽ được xem như đáp ứng được đặc tính quy định dưới dạng lưu lượng và công suất hấp thụ.



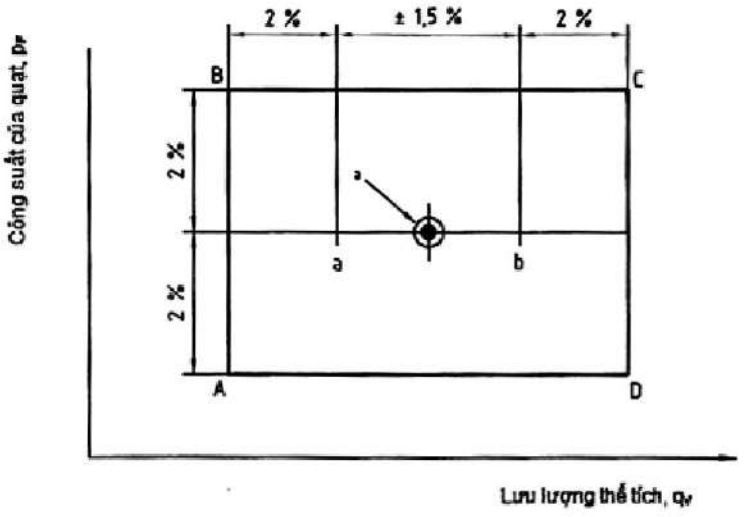
a Chế độ làm việc đã cho 36,08m³/s ở 628 kW

Hình 32 – Ví dụ điển hình về công suất ứng với đặc tính lưu lượng thể tích

10.5.10 Độ tăng áp suất ứng với đặc tính lưu lượng thể tích

Các dung sai của nhà sản xuất không nên dẫn đến biến đổi của lưu lượng thể tích lớn hơn ± 1,5 %. Hình 33 chỉ ra rằng độ tăng của áp suất quạt phải nằm trên đường a-b, vị trí chính xác phụ thuộc vào lưu lượng của quạt ở các giới hạn cực hạn của a và b sẽ có độ không đảm bảo của lưu lượng ± 2 % cùng với độ không đảm bảo của độ tăng áp suất ± 2 %, sự kết hợp của các độ không đảm bảo này tạo ra hình bao dung sai trong đó chứa độ tăng áp suất đo được và lưu lượng.

Với điều kiện độ tăng áp suất đo được gắn liền với lưu lượng q_v nằm trong đường bao khép kín ABCD, quạt sẽ được xem như đáp ứng được đặc tính quy định dưới dạng lưu lượng và áp suất của quạt.



[a] Chế độ làm việc đã cho 36,08 m^3/s ở 628 kW

Hình 33 – Ví dụ điển hình về áp suất của quạt ứng với đặc tính lưu lượng

Phụ lục A

(Quy định)

Vị trí của các đường vận hành đối với profin thành biên thích hợp với luật công suất chung

A. 1 Quy định chung

Nếu trong một vùng ngoài biên của một tiết diện, profin của thành bảo đảm sao cho chiều dài của các đoạn thẳng giao nhau với các thành theo các đường vuông góc với đáy thay đổi theo luật (xem Hình A.1).

$$l_x = l_0 + (l_a - l_0)\left(\frac{x}{a}\right)^{1/p_1}$$

trong đó:

l_x là chiều dài tại hoành độ chạy x;

l_0 là chiều dài tại hoành độ $x = 0$;

l_0 là chiều dài tại hoành độ $x = a$ ($a = \frac{L}{m_1}$ với m_1 = số lượng các đường ngang).

Vị trí tương đối $z = \frac{b}{a}$ của đường vận hành đối với profin thành biên có thể được tính toán từ phương trình siêu việt:

$$z^{1/p_1}\left[l_0 + (l_a - l_0)\left(\frac{x}{a}\right)^{1/p_1'}\right] = l_0 \frac{p_1}{p_1 + 1}(l_a - l_0)\frac{p_1''}{p_1'' + 1}$$

Với $\frac{1}{p_1''} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_1'}$

$\frac{1}{p_1}$ là số mũ của luật đặc tính của sự phát triển tốc độ tại thành

$$v_x(y) = v_x(d)\left(\frac{y}{d}\right)^{1/p_1} \quad (0<y<d \text{ đối với tất cả các giá trị của } x)$$

trong đó:

$v_x(d)$ là tốc độ ở khoảng cách tới thành y trên đường vận hành có hoành độ x;

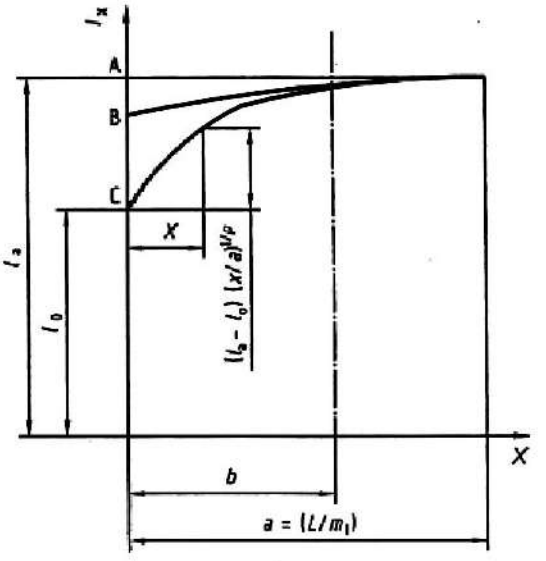
$v_x(d)$ là tốc độ tại điểm đo gần thành nhất (y=d) trên cùng một đường vận hành;

$\frac{1}{p_1'}$ là số mũ của luật công suất chung mô tả propin ngoài biên của thành.

Phương trình siêu việt này được giải dễ dàng bằng phép lặp.

Có thể xác định p_1' theo đồ thị bằng cách vẽ tiếp tuyến với đường cong về sự biến đổi của l_x như một hàm số của x tại x = a. Như vậy (Hình A.1)

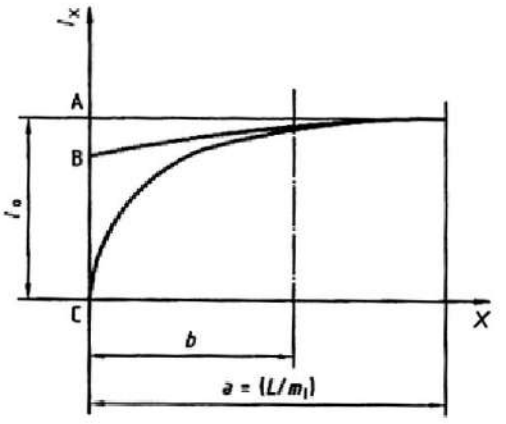
$$p_1' = \frac{AC}{AB}$$



Hình A.1

A.2 Các trường hợp đặc biệt

A.2.1 Nếu $l_0 = 0$. Prôfin tuân theo luật công suất (xem Hình A.2).



Hình A.2

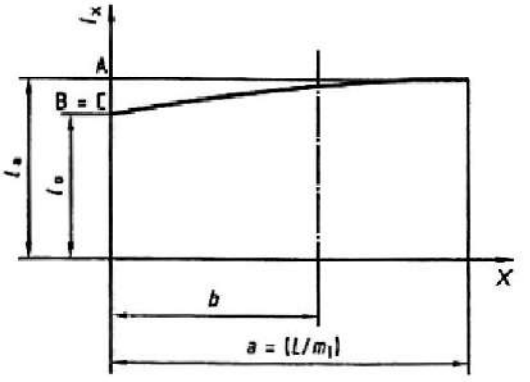
Vị trí tương đối $z = \frac{b}{a}$ của đường vận hành ở thành biên được cho bởi phương trình

$$\frac{b}{a} = \left(\frac{p_1''}{1 + p_1''} \right)^{p_1''}$$

với $$\frac{1}{p_1''} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{r} \text{ và } p_1' = \frac{AC}{AB}$$ (Hình A.2)

A.2.2 Nếu $p_1' = 1$,tiết diện ngoài biên có dạng hình thang vuông (xem Hình A.3). Vị trí tương đối $z = \frac{a}{b}$ của đường vận hành ở thành biên có thể được tính toán bằng phép tính lặp từ phương trình siêu việt.

$$z^{1/p_1}\left[l_0 + (l_a - l_0)z\right] = l_0 \frac{p_1}{p_1 + 1} + (l_a - l_0)\frac{p_1}{2p_1 + 1}$$



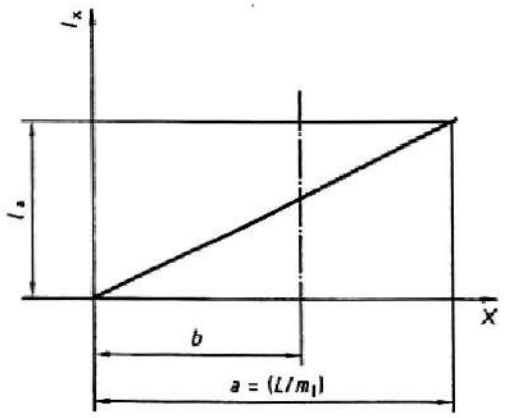
$\frac{l_a - l_0}{l_0}$	p_1		
	5	7	10
0	0,401 9	0,392 7	0,385 5
0,5	0,468 5	0,469 5	0,472 8
1	0,487 1	0,486 9	0,488 2
2	0,500 5	0,498 7	0,497 9

Hình A.3

A.2.3 Nếu $l_0 = 0$; $p_1' = 1$, profin thành biên của góc (xem Hình A.4).

Vị trí tương đối $z = \frac{b}{a}$ của đường vận hành ở thành biên được cho bởi phương trình:

$$\frac{b}{a} = \left(\frac{p_1}{2p_1 + 1}\right)^{\frac{p_1}{p_1 + 1}}$$



Hình A.4

Phụ lục B

(Quy định)

Xác định vị trí của các đường vận hành ở thành biên trong các trường hợp không được nêu ở Phụ lục A

Trong các trường hợp chưa được nghiên cứu trong đó profin thành ở trong vùng ngoài biên có thể gần đúng với luật đa thức (tối đa là bậc 9), vị trí không thứ nguyên hoặc vị trí tương đối $\frac{b}{a}$ của đường ngang biên ngoài có thể được xác định bằng phương pháp mô tả dưới đây:

a) Trên một mặt phẳng chứa các đường cong của phương trình

$y = kx^{-1/p_1}$ (xem Hình B.1 đối với p_1=7)

trong đó:

x là biến số thay đổi từ 0 đến 1;

y là biến số thay đổi từ 0 đến 0,9.

luật biến đổi $l_{x/a}$ được vẽ thành biểu đồ của các đoạn chiều dài không thứ nguyên giao nhau với thành theo các đường vuông góc với đáy tại hoành độ đến $1 = \frac{L}{m_1 a}$ (chiều cao không thứ nguyên của ống dẫn)

b) Từ biểu đồ này, đo năm chiều cao không thứ nguyên $l_{i/a}$ của tiết diện vuông góc với đáy tại các điểm có hoành độ $x_i = \xi i$, các giá trị của ξi được cho trong Bảng B.1 đối với các giá trị p_1 được xem xét.

c) Trừ hệ số trọng lượng fi (cũng được cho trong Bảng B.1), tích phân I_{la} được tính toán theo phương trình sau:

$$I_{la} = \sum_{i=1}^{5} \zeta_i l_{i/a}$$

và chiều dài l_{la} được vẽ biểu đồ vuông góc với đáy bởi hoành độ 1.

d) Giao tuyến của đường cong của mặt phẳng đi quan điểm (1, l_{la}) với profin thành $l_{x/a}(x)$ sẽ cho các hoành độ không thứ nguyên b của đường ngang biên ngoài.

Bảng B.1 - Tính toán tích phân *I*

$p_1 = 5$	ξi	0,057	0,246	0,513	0,776	0,953
	fi	0,072	0,182	0,245	0,221	0,114
$p_1 = 7$	ξi	0,054	0,242	0,509	0,774	0,954
	fi	0,083	0,196	0,255	0,226	0,115
$p_1 = 10$	ξi	0,052	0,238	0,506	0,773	0,954
	fi	0,092	0,206	0,263	0,230	0,116

VÍ DỤ: Theo luật biến đổi của $l_{x/a}$ được vẽ biểu đồ trên Hình B.1 (giả thử rằng sự phân bố tốc độ ở gần với các thành tuân theo luật công suất có số mũ 1/7: $p_1 = 7$).

Trên thang đo không thứ nguyên của hình vẽ ta có các giá trị được cho trong Bảng B.2.

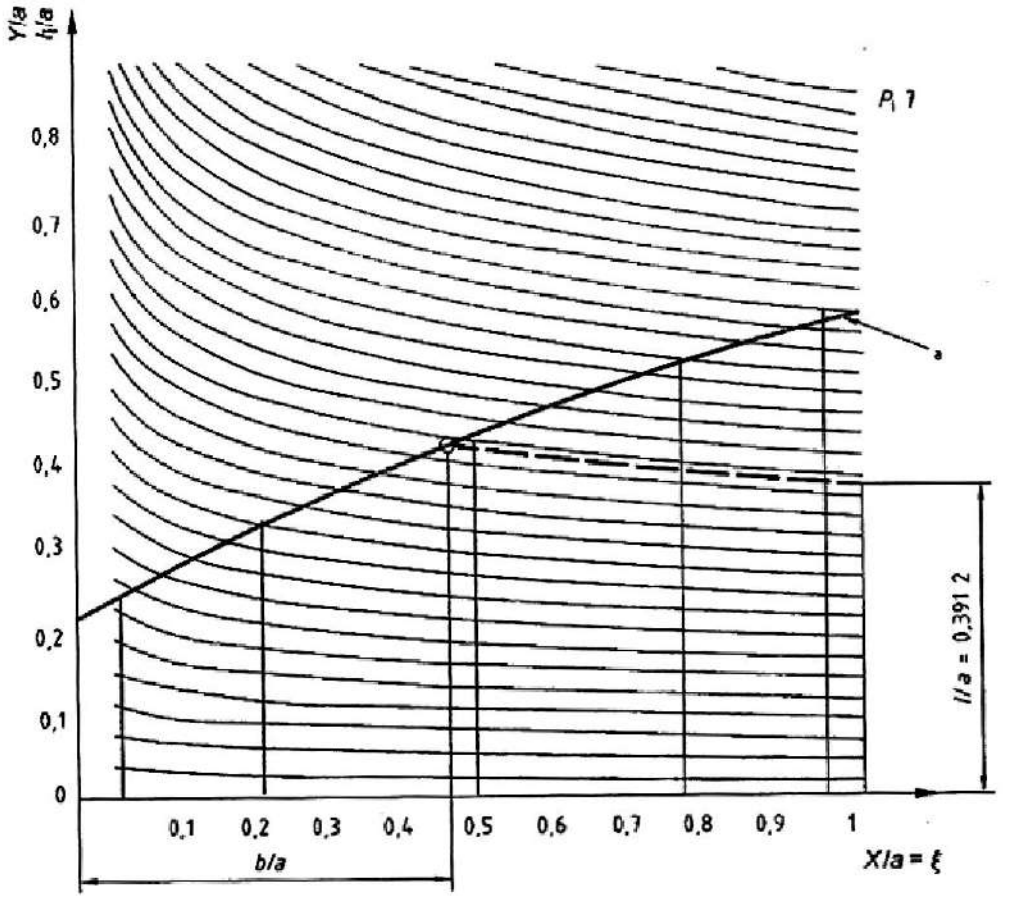
Bảng B.2 – Ví dụ tính toán

ξi	x_i *mm*	$x_{i/a}$	$l_{i/a}$	fi	$f_i l_{i/a}$
0,054	10,8	0,054	0,247 5	0,083	0,020 54
0,242	48,4	0,242	0,340	0,196	0,066 64
0,509	101,8	0,509	0,447 5	0,255	0,114 11
0,774	154,8	0,774	0,540	0,226	0,122 04
0,954	190,8	0,954	0,590	0,115	0,067 85
				$I_{l/a} = \Sigma f_i l_{i/a}$	0,391 18 ≅ 0,391 2

Từ các giá trị này có thể xác định được vị trí không thứ nguyên của đường vận hành biên ngoài (Hình B.1):

a bằng tới 200mm

b = 200 x 0,475 = 95 mm



CHÚ DẪN

1 chiều cao không thứ nguyên của ống dẫn

$y = ks^{-\gamma_{P1}}$

Hình B.1

Phụ lục C

(Quy định)

Các đoạn thẳng nhỏ nhất yêu cầu ở trước và sau dụng cụ đo áp suất chênh (dụng cụ DP) dùng để đo lưu lượng

C.1 Quy định chung

C.1.1 Sự xuất hiện của các nhiễu loạn hoặc vật cản ở trước hoặc sau gần với dụng cụ đo áp suất chênh dùng để đo lưu lượng có thể làm thay đổi lưu lượng tại điểm này, và ảnh hưởng đến việc sử dụng các hệ số lưu lượng được cho trong TCVN 8113-1 (ISO 5167–1).

C.1.2 Để xác định ảnh hưởng của sự nhiễu loạn đến dụng cụ đo áp suất chính cần biết các thông số sau:

- kiểu dụng cụ đo áp suất chênh;

- tỷ số diện tích của nó (dụng cụ);

- kiểu và sự bố trí các lỗ xả áp của dụng cụ;

- sự định hướng của các lỗ xả (tích) này so với nhiễu loạn gần nhất trước dụng cụ đo áp suất chênh;

- kiểu và kích thước của nhiễu loạn;

- khoảng cách giữa nhiễu loạn ở phía trước (đầu dòng) và dụng cụ đo áp suất chênh gần nhất;

- sự bố trí tương đối với nhau của bất cứ các nguồn nhiễu loạn nào khác khi có sự tương tác giữa các nhiễu loạn khác nhau.

C.1.3 Đối với các dụng cụ đo độ chênh áp tiêu chuẩn (tấm có lỗ định cỡ, vòi phun, ống venturis) và các bố trí khác nhau của các ống phía trước và sau các dụng cụ nêu trên, phụ lục này đưa ra các giá trị của các đoạn ống thẳng nhỏ nhất yêu cầu ở phía trước dụng cụ đo áp suất chênh để bảo đảm hiệu lực của các phép đo. Phụ lục cũng chỉ ra trong mỗi trường hợp sự hiệu chỉnh cần phải thực hiện đối với hệ số lưu lượng được cho trong các tiêu chuẩn đối với cùng một tỷ số, số Reynolds, v.v... và cũng đưa ra độ không đảm bảo bổ sung thêm.

C.2 Hệ số tiếp cận và độ không đảm bảo có liên quan

Ảnh hưởng của nhiễu loạn đến kết quả đo được thực hiện bằng dụng cụ đo áp suất chênh tiêu chuẩn được lắp đặt trong các điều kiện phi tiêu chuẩn phải được tính đến bằng cách nhân lưu lượng tính toán được với một hệ số hiệu chỉnh F gọi là "hệ số tiếp cận", giá trị của hệ số này là

một hàm số của nguồn nhiễu loạn, dụng cụ đo áp suất chênh và các đặc tính của dòng chảy (xem các Bảng C.1 và C.2).

Tuy nhiên, việc sử dụng hệ số tiếp cận này đòi hỏi phải tăng độ không đảm bảo của phép đo lưu lượng. Đối với mỗi hệ số tiếp cận và do đó đối với mỗi trường hợp riêng đòi hỏi phải có độ không đảm bảo bổ sung thêm f (xem các Bảng C.1 và C.2), độ không đảm bảo này được cộng vào độ không đảm bảo được tính toán theo TCVN 8113-1 (ISO 5167-1) cho mỗi kiểu dụng cụ đo áp suất chênh. Có thể tính toán lưu lượng trong ống theo phương trình sau:

$$q_{VT} = Fq_{Vs} \pm (\delta_{qVs}/ q_{Vs} + f)\, q_{Vs}$$

trong đó:

q_{VT} là lưu lượng thể tích trong ống;

q_{Vs} là lưu lượng thể tích được ước tính khi sử dụng hệ số lưu lượng tương ứng với các điều kiện tiêu chuẩn cho sử dụng dụng cụ đo áp suất chênh được yêu cầu;

δ_{qVs} là độ không đảm bảo tuyệt đối về lưu lượng, q_{Vs} được ước tính phù hợp với các điều kiện quy định trong TCVN 8113-1 (ISO 5167-1), điều 1.1;

F là hệ số tiếp cận được cho trong các Bảng C.1 và C.2;

f là độ không đảm bảo bổ sung tăng lên do sử dụng dụng cụ đo áp suất chênh trong các điều kiện phi tiêu chuẩn.

a) Giá trị của các hệ số tiếp cận và các độ không đảm bảo tương ứng được cho trong các Bảng C.1 và C.2 dùng cho các dòng chảy không có trục đối xứng, ổn định, không bị xoáy phía đầu dòng nguồn của nguồn nhiễu loạn trước dụng cụ đo áp suất chênh.

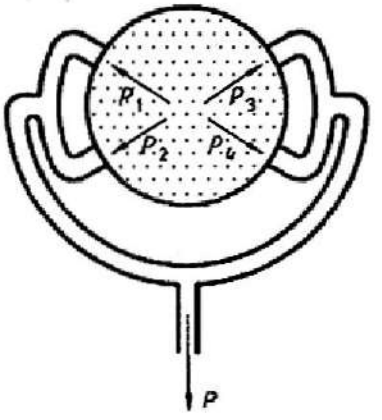
Khi có hai nguồn, nhiễu loạn nối tiếp nhau ở phía trước (đầu dòng) của dụng cụ đo áp suất chênh thì đoạn thẳng yêu cầu ở phía trước nguồn nhiễu loạn thứ hai sẽ được xác định bởi kiểu nhiễu loạn trước đoạn thẳng này khoảng cách giữa hai nguồn nhiễu loạn ít nhất phải bằng chiều dài được cho trong TCVN 8113-1 (ISO 5167-1). Trường hợp có dòng xoáy được xử lý trong C.6.

b) Áp suất chênh trong một tiết diện sẽ được xác định bởi bốn lỗ xả áp được bố trí một cách đối xứng nhau theo góc 45^0 so với mặt phẳng đối xứng của nhiễu loạn gần nhất với phía đầu dòng. Các Bảng C.1 và C.2 giới thiệu kiểu lỗ xả (tích) áp được chấp nhận cho mỗi trường hợp.

c) Cần đọc áp suất một cách riêng biệt tại mỗi lỗ xả và lấy giá trị trung bình của các giá trị đo được là giá trị áp suất tại tiết diện này.

Nếu không áp dụng được giải pháp nêu trên thì bốn lỗ xả áp có thể được nối với nhau trong một "ống ba ngả T" như đã chỉ dẫn trên Hình C.1.

d) Các lỗ xả áp ở góc kém nhạy cảm hơn với dao động áp suất so với các lỗ xả trên mặt bích hoặc các lỗ xả tại $D - D/2$. Tuy nhiên, chúng cần được chế tạo với độ chính xác cao hơn.



Hình C.1

Bảng C.1 – Đoạn thẳng nhỏ nhất nên dùng trước các tấm có lỗ định cỡ (lỗ phun) được lắp đặt sau sự nhiễu loạn

Kiểu nhiễu loạn	Tỷ số diện tích của tấm có lỗ định cỡ r_A	Kiểu lỗ xả (trích)	Khoảng cách giữa nhiễu loạn và tấm có lỗ định cỡ L	Hệ số tiếp cận F	Độ không đảm bảo đối với F f
1. Một khuỷu nối ống 90°					
1.1 Ghép chéo góc	$r_A \leq 0,64$		$L \geq 8\,D$	0,990	± 0,010
1.2.1 $R/D = 1,0$	$r_A < 0,5$		$L \geq 8\,D$	0,990	± 0,010
	$0,5 \leq r_A \leq 0,64$	Kiểu bất kỳ trong ba kiểu được đề nghị	$L \geq 15\,D$	0,990	± 0,010
1.2.2 $R/D = 1,5$	$r_A < 0,5$		$L \geq 8\,D\,L$	0,990	± 0,010
	$0,5 \leq r_A \leq 0,64$		$L \geq 12\,D$	0,990	± 0,010
1.2.3 $R/D = 4,75$	$r_A < 0,5$		$8\,D \leq L \leq 20\,D$	0,990	± 0,010
	$0,5 \leq r_A \leq 0,64$		$12\,D \leq L \leq 20\,D$	0,990	± 0,010
2. Một khuỷu nối ống có góc khác 90°			Không thể giới thiệu được		
3. Hai khuỷu nối ống 90° giống nhau "S"					
3.1 Không có vòng cách giữa các khuỷu					
3.1.1 Ghép chéo góc	$r_A \leq 0,64$	Mặt bích tại D và $D/2$ hoặc ở góc	$L \geq 30\,D$	1,000	± 0,010
3.1.2 $R/D = 1,5$	$r_A = 0,5$		$L \geq 8\,D$	0,990	± 0,010
3.2 Có vòng cách giữa các khuỷu			Không kết quả		
3.2.1 Ghép chéo góc					
3.2.2 $R/D = 1,5$					
Vòng cách = $4D$					

Bảng C.1 – Đoạn thẳng nhỏ nhất nên dùng trước các tấm có lỗ định cỡ (lỗ phun) được lắp đặt sau sự nhiễu loạn (tiếp theo)

Kiểu nhiễu loạn	Tỷ số diện tích của tấm có lỗ định cỡ r_A	Kiểu lỗ xả (trích)	Khoảng cách giữa nhiễu loạn và tấm có lỗ định cỡ L	Hệ số tiếp cận F	Độ không đảm bảo đối với F f
4. Hai khuỷu nối ống 90° giống nhau "U"					
4.1 Không có vòng cách giữa các khuỷu					
			Không có kết quả		
4.1.1 Ghép chéo góc	$0,25 \le r_A \le 0,5$		$6\,D \le L \le 30\,D$	0,995	± 0,010
4.1.2 $R/D = 1,5$	$0,5 < r_A \le 0,64$	bất kỳ	$L \ge 10\,D$	0,990	± 0,010
4.2 Có vòng cách giữa các khuỷu					
4.2.1 Ghép chéo góc					
4.2.2 $R/D = 1,5$	$0,25 \le r_A \le 0,64$	bất kỳ	$L \ge 8\,D$	0,990	± 0,010
5. Hai khuỷu nối ống 90° trong các mặt phẳng vuông góc					
5.1 Không có vòng cách giữa các khuỷu					
5.1.1 Ghép chéo góc					
5.1.2 $R/D = 1,5$	$r_A \le 0,64$	bất kỳ	$L \ge 40\,D$	1,000	± 0,010
$R/D = 4,75$	$0,25 \le r_A \le 0,64$	bất kỳ	$L \ge 15\,D$	1,000	± 0,010
5.2 Có vòng cách giữa các khuỷu	$0,25 \le r_A \le 0,64$	bất kỳ	$8\,D \le L \le 24$	0,995	± 0,010
			Không có kết quả		
5.2.1 Ghép chéo góc					
5.2.2 $R/D = 1,5$	$r_A \le 0,5$	bất kỳ	$L \ge 8\,D$	0,990	± 0,010
Vòng cách $\ge 5\,D$	$0,25 \le r_A \le 0,64$	bất kỳ	$L \ge 12\,D$	0,990	± 0,010

Bảng C.1– Đoạn thẳng nhỏ nhất nên dùng trước các tấm có lỗ định cỡ (lỗ phun) được lắp đặt sau sự nhiễu loạn (tiếp theo)

Kiểu nhiễu loạn	Tỷ số diện tích của tấm có lỗ định cỡ r_A	Kiểu lỗ xả (trích)	Khoảng cách giữa nhiễu loạn và tấm có lỗ định cỡ L	Hệ số tiếp cận F	Độ không đảm bảo đối với F f
6. Các nhiễu loạn có trục đối xứng					
6.1 Đĩa trung tâm, $\alpha = 0,5$	$r_A = 0,5$	Góc, mặt bích bất kỳ	$L \geq 8\,D\,L$	0,990	0,010
6.2 Tấm có lỗ định cỡ ($r_A \geq 0,2$)	$0,1 \leq r_A \leq 0,64$	bất kỳ	$L \geq 25\,D$	0,995	0,005
6.3 Đầu vào phẳng	$0,1 \leq r_A \leq 0,64$		$L \geq 5\,D$	0,990	0,010
7. Các van					
7.1.1 Van đã ăn vào ít nhất là 50% độ mở	$r_A \leq 0,5$	bất kỳ	$L \geq 12\,D$	0,993	0,013
7.1.2 Van đã ăn vào ít nhất là 65% độ mở	$r_A \leq 0,64$	bất kỳ	$L \geq 8\,D$	0,993	0,013
7.1.3 Van tiết lưu ít nhất là ở độ mở 45°	$r_A \leq 0,64$	bất kỳ	$L \geq 12\,D$	0,993	0,010

Bảng C.2 - Đoạn thẳng nhỏ nhất nên dùng trước các vòi phun và ống venturi được lắp sau sự nhiễu loạn

Nhiễu loạn	Kiểu dụng cụ đo	Tỷ số diện tích r_A	Kiểu lỗ xả (tính)	Khoảng cách giữa nhiễu loạn và dụng dụ đo, L	Hệ số tiếp cận F	Độ không đảm bảo đối với F f
1. Một khuỷu nối ống 90°						
1.1. Khuỷu nối được ghép chéo góc				Không có kết quả		
1.2. R/D = 1,5	Vòi phun và ống Venturi	$r_A < 0,35$	Bất kỳ	$L \geq 5D$	0,990	± 0,010
		$0,35 < r_A < 0,6$	Bất kỳ	$L \geq 12D$	0,990	± 0,010
1.3 Giá trị khác *R/D*		Xem điểm 12				
2. Một khuỷu nối ống có góc khác 90°						
3. Hai khuỷu nối ống 90° giống nhau vuông góc với các mặt phẳng						
3.1. Các khuỷu nối ghép chéo có hoặc không có vòng cách				Không có kết quả		
3.2. Các khuỷu nối ghép cong R/D=1,5 không có vòng cách	Vòi phun và ống venturi	$r_A < 0,5$	Bất kỳ	$L \geq 5D$	0,990	± 0,010
		$0,35 \leq r_A \leq 0,6$	Bất kỳ	$L \geq 12D$	0,990	± 0,010
3.3. Các khuỷu nối ghép cong R/D=1,5 không có vòng cách		Xem điểm 3.2				
4. Các kết hợp khác của hai khuỷu nối ống 90° giống nhau.		Xem điểm 3.2				

C.3 Các đoạn thẳng nhỏ nhất yêu cầu ở phía trước dụng cụ đo áp suất chênh

C.3.1 Tấm có lỗ định cỡ (lỗ phun)

Tất cả các yếu tố cần thiết liên quan đến việc sử dụng các tấm có lỗ định cỡ (lỗ phun) trong các điều kiện phi tiêu chuẩn được nêu trong Bảng C.1.

C.3.2 Vòi phun và ống Venturi

Tất cả các yếu tố cần thiết liên quan đến việc sử dụng các vòi phun và ống venturi trong các điều kiện phi tiêu chuẩn được nêu trong Bảng C.2.

C.4 Các đoạn thẳng nhỏ nhất yêu cầu ở phía sau dụng cụ đo áp suất chênh

Cần có một đoạn thẳng nhỏ nhất có chiều dài 4D lắp đặt giữa dụng cụ đo áp suất chệnh lệch tiêu chuẩn dùng để đo lưu lưu lượng và bất cứ nguồn nhiễu loạn nào sau dụng cụ đo này.

C.5 Ứng dụng các khuyến nghị

C.5.1 Ví dụ về lựa chọn vị trí của dụng cụ đo trong một sơ đồ mạng lưới

Ba sơ đồ mạng lưới này bao gồm các nguồn nhiễu loạn nối tiếp sau theo chiều dòng chảy.

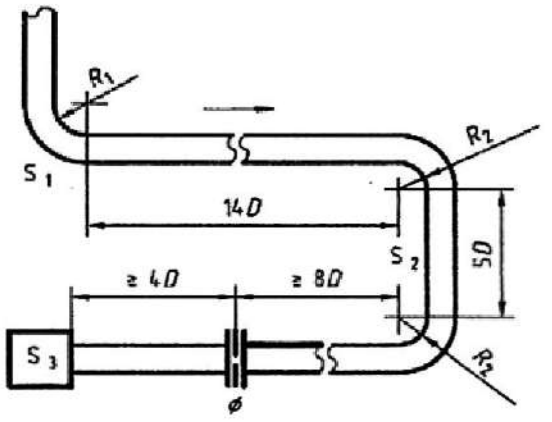
- Một khuỷu nối ống 90 ° có bán kính cong được xác định bằng R/D = 1,0 (xem Bảng C.1 nhiễu loạn 1.2.1).

- Hai khuỷu nối ống 90 ° giống nhau tạo thành dạng U có bán kính cong được xác định bằng R/D = 1,5 và cách nhau một đoạn thẳng bằng 5D (xem Bảng C.1, nhiễu loạn 4.2.2).

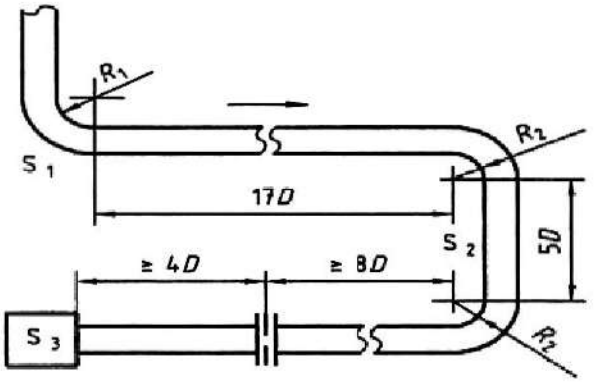
Sự khác nhau duy nhất giữa ba sơ đồ là khoảng cách giữa hai nguồn nhiễu loạn; đó là 14D trong trường hợp Hình C.2 a), 17D trong hình C.2 b) và 19D trong hình C.2 c).

Không cho phép lắp đặt một tấm có lỗ định cỡ với tỷ số diện tích r_A = 0,64 giữa ba nguồn nhiễu loạn trong hai sơ đồ đầu tiên. Trên thực tế khoảng cách nhỏ nhất yêu cầu giữa nguồn nhiễu loạn thứ nhất và tấm đo có lỗ định cỡ ít nhất phải bằng 15D (xem Bảng C.1) Điều kiện này không thể đáp ứng được trong sơ đồ thứ nhất vì chỉ có khoảng cách 14D giữa hai nguồn nhiễu loạn. Ngược lại, sơ đồ thứ hai có thể đáp ứng được yêu cầu này với điều kiện là không tính đến các yếu tố khác, nhưng không thể có khoảng cách 4D ở sau tấm có lỗ định cỡ tại cùng một thời điểm.

Trong hai sơ đồ này, nếu có thể duy trì được đoạn nhỏ nhất 8D giữa nhiễu loạn thứ hai và tấm đo có lỗ định cỡ (xem Bảng C.1) cũng như khoảng cách nhỏ nhất 4D ở phía sau tấm đo có lỗ định cỡ thì nên chấp nhận vị trí của dụng cụ đo áp suất chênh ở sau nhiễu loạn thứ hai. Sơ đồ thứ ba chỉ dẫn vị trí của tấm đo có lỗ định cỡ giữa hai nhiễu loạn tuân theo các điều kiện kỹ thuật của tiêu chuẩn này.

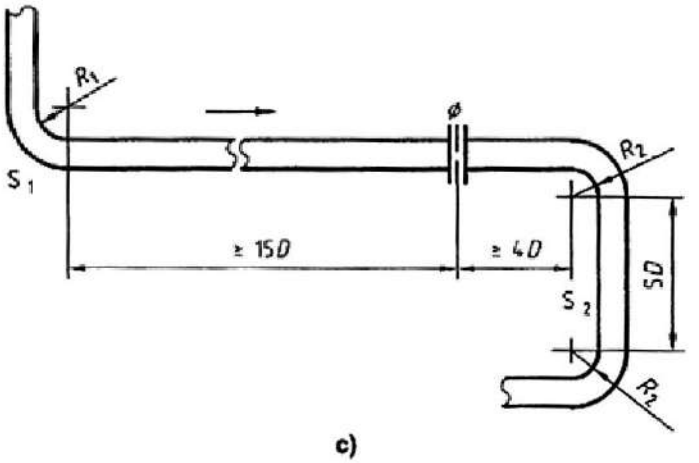


a)



b)

Hình C.2 - Giới thiệu các sơ đồ mạng lưới



c)

CHÚ DẪN

S_1 là khuỷu nối ống 90°; R/D = 1

S_2 là khuỷu nối ống kép 90°; R/D = 1/5 ở khoảng cách 5D của dạng U

S_3 là nguồn nhiễu loạn bất kỳ

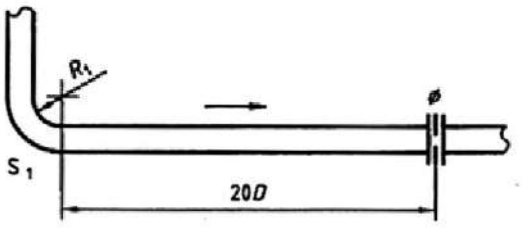
ϕ là tấm có lỗ định cỡ với r_A = 0,64

→ là chiều của dòng chảy

Hình C.2 - Giới thiệu các sơ đồ mạng lưới (tiếp theo)

C.5.2 Ví dụ về sử dụng hệ số tiếp cận

Đo lưu lượng bằng một tấm có lỗ định cỡ với tỷ số diện tích m = 0,64 được bố trí phía sau cách một nguồn nhiễu loạn 20D của một khuỷu nối ống 90°, R/D = 1 (Hình C.3).



CHÚ DẪN

S_1 Là khuỷu nối ống 90°; R/D = 1

ϕ Là tấm có lỗ định cỡ với r_A = 0,64

Hình C.3

Nếu bỏ qua nhiễu loạn, khi áp dụng TCVN 8113-1 (ISO 5167-1), điều 1.1 có thể thu được giá trị lưu lượng thể tích là

$$\dot{q}_{Vs} = 2{,}015 \pm 0{,}026$$

Với độ không đảm bảo của phép đo tương đương với giới hạn an toàn của độ tin cậy 95 %.

Dựa trên tính toán theo Bảng C.1 để tính đến nhiễu loạn sẽ lấy hệ số tiếp cận là 0,99 có độ không đảm bảo bổ sung thêm ± 1 %.

Lưu lượng thể tích sẽ được tính toán theo phương trình sau:

$$q_{VT} = 0{,}99 \times 2{,}015 \pm (0{,}026 + 0{,}01 \times 2{,}015)$$

$$q_{VT} = 1{,}995 \pm 0{,}046$$

Trong bất cứ trường hợp nào giá trị lưu lượng cũng không được tách rời với độ không đảm bảo của nó.

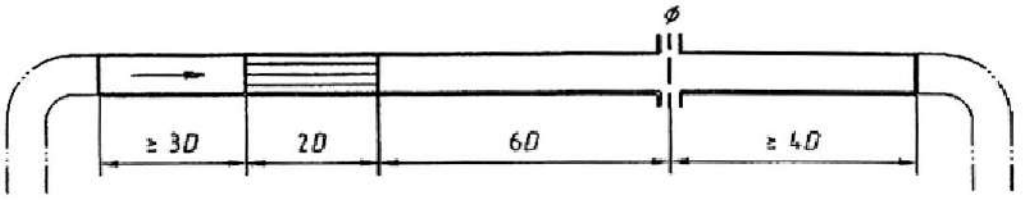
C.6 Sử dụng các bộ phận chống xoáy

C.6.1 Khi nhiễu loạn trở nên trầm trọng do dòng xoáy, đoạn thẳng nhỏ nhất yêu cầu giữa nguồn nhiễu loạn và tấm đo có lỗ định cỡ có thể được giảm đi bằng cách đặt một bộ phận chống xoáy kiểu hình sao có chiều dài 2D ở phía sau và cách nguồn nhiễu loạn ít nhất 3D (Hình C.4).

C.6.2 Đối với các giá trị $r_A \leq 0{,}64$ và bất cứ cường độ xoáy nào, phải duy trì một đoạn thẳng nhỏ nhất 6*D* giữa đầu nút ra (phía sau) của bộ phận chống xoáy và tấm đo có lỗ định cỡ.

C.6.3 Phải duy trì một đoạn thẳng nhỏ nhất 4*D* giữa tấm đo có lỗ định cỡ và nguồn nhiễu loạn thứ nhất ở phía sau đoạn thẳng này.

C.6.4 Theo các điều kiện này sẽ sử dụng hệ số tiếp cận F = 0,99 gắn liền với độ không đảm bảo bổ sung ± 1 %.



Hình C.4

Phụ lục D

(Quy định)

Tổn thất cho phép đối với các ống dẫn thẳng nhẵn và các đường thông gió tiêu chuẩn

Sự sụt áp do dòng chảy triển khai hoàn toàn trong ống dẫn thẳng, đồng đều có thành nhẵn với chiều dài L_D và đường kính thủy lực D_h phụ thuộc vào số Reynolds *Re* như đã chỉ dẫn trên Hình D1. Sự sụt áp này dựa trên các phương trình sau:

$$\Delta_p = \lambda \frac{L_D}{D_h} \cdot \frac{1}{2} \rho_z v_z^2$$

$$\lambda = 0{,}05 + 0{,}42\ (R_e)^{-0{,}3}$$

trong đó

$D_h = D$ đối với tiết diện ngang tròn;

$D_h = \dfrac{2bh}{b+h}$ đối với tiết diện ngang hình chữ nhật có các kích thước b và h;

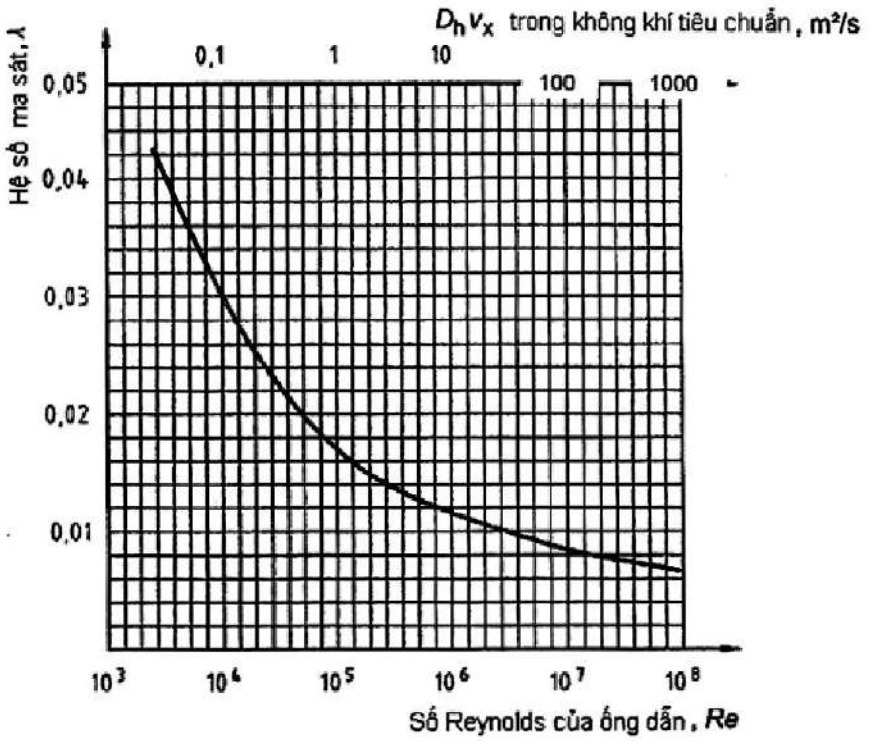
$D_h = 4\left[\dfrac{\text{Diện tích tiết diện ngang}}{\text{Chu vi tiết diện ngang}}\right]$ đối với đường thông gió có hình dạng bất kỳ;

L_D là chiều dài của ống dẫn;

Re là số Reynolds đối với dòng chảy trong ống.

Các ống thép cần được phun sơn hoặc phủ kẽm có đường kính lớn hơn 100 mm và các ống thép mạ kẽm có đường kính lớn hơn 500 mm với các mối nối được lắp ghép chính xác, có khoảng cách có thể được xem là nhẵn để xác định ma sát cho phép.

Hệ số ma sát đối với vật liệu ống dẫn khác phải được thỏa thuận giữa nhà cung cấp và khách hàng.



Hình D1 - Hệ số ma sát ứng với số Reynolds

Phụ lục E

(Quy định)

Hiệu chuẩn phong tốc kế cánh quay

Phụ lục này nói về sự hiệu chuẩn các phong tốc kế (máy đo tốc độ gió) cánh quay dùng để đo tốc độ không khí trong thử nghiệm quạt theo tiêu chuẩn này và được đề cập trong 5.2.2.

Nên sử dụng quy trình và trình bày các kết quả sau.

a) Phong tốc kế phải được kiểm tra về các hư hỏng và bất cứ các lỗi sai sót nào phát hiện ra cũng phải được sử chữa trước khi tiến hành hiệu chuẩn.

b) Phong tốc kế phải được hiệu chuẩn trong các điều kiện gần giống nhất với các điều kiện trong thực tế sử dụng về thang đo, mật độ của lưu chất và hướng của trục so với phương thẳng đứng.

c) Kết cấu của đường hầm thông gió nên dùng trong hiệu chuẩn là các kiểu "tiết diện làm việc khép kín" và kiểu "ống phun hở". Đường hầm thông gió phải có tài liệu sao lại được và được chứng nhận về độ chính xác của phép đo vận tốc.

d) Đường hầm thông gió có tiết diện làm việc khép kín phải có diện tích mặt cắt ngang hình trụ hoặc hình tám cạnh ít nhất là bằng 25 lần diện tích bề mặt của phong tốc kế. Phải đặt phong tốc kế ở trung tâm trong đường thông gió.

Nếu không thể thực hiện được yêu cầu này, cho phép chọn phong tốc kế trong đường thông gió dựa trên định luật về "vật thể dốc đứng".

$$\left[\frac{v_0}{v_i}\right]^2 = 1 - 3{,}15\frac{S}{C}$$

Trong đó

v_0 là tốc độ trong đường hầm không bị cản trở;

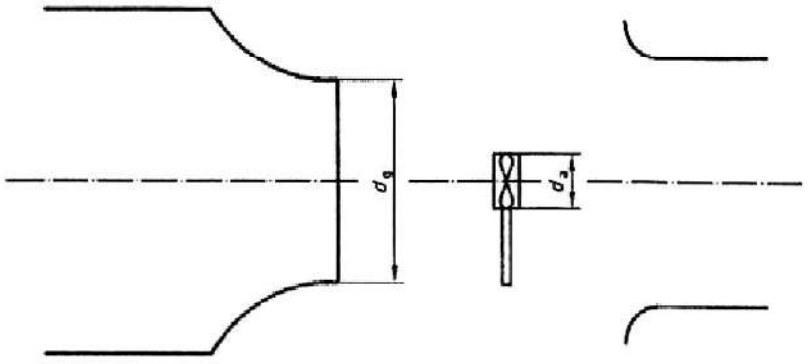
v_i là tốc độ trong đường hầm có đặt dụng cụ;

C là diện tích mặt cắt ngang của đường hầm;

S là diện tích bề mặt của phần cứng (không quay) của phong tốc kế.

e) "Đường hầm thông gió kiểu ống phun hở" phải có đường kính ống phun d_s ít nhất là bằng 1,5 lần đường kính d_a của phong tốc kế. Đầu đường hầm phải được đặt cách mặt mút của họng phun một đường kính ống phun (Hình E.1).Khi đầu của phong tốc kế lớn hơn 0,5 đường kính ống phun thì ống phun phải được hiệu chuẩn đặc biệt để bù cho sự mở rộng của ống phun.

f) Phong tốc kế phải được thử ít nhất là ở 10 tốc độ trên phạm vi làm việc của dụng cụ đo. Các phép đo phải được thực hiện gần với các tốc độ giới hạn dưới (theo dãy số R10).



Hình E.1

E.2 Các phương pháp tích lũy các dữ liệu chuẩn

E.2.1 Tốc độ gió cho thử nghiệm được lựa chọn để trùng hợp với các có điểm trên màn hiển thị của dụng cụ đo (analog). Trong phương pháp này tốc độ gió của đường hầm được điều chỉnh tới khi đạt được số đọc ưu tiên của dụng cụ đo (thường là một số nguyên) và sau đó xác định tốc độ gió của đường hầm.

E.2.2 Tốc độ gió cho thử nghiệm được lựa chọn để đưa ra một dãy các giá trị thực. Đường hầm thông gió được chỉnh đặt để tạo ra tốc độ yêu cầu và ghi lại số đọc của dụng cụ đo.

E.2.3 Các điều chỉnh thường xuyên yêu cầu để xác lập các phương pháp trên là thời gian và sự hiệu chỉnh yêu cầu đối với tốc độ gió của đường hầm để thu được các kết quả chính xác. Khi cần thiết phải tính toán để thu được các giá trị của tốc độ gió từ các dữ liệu quan trắc được trong đường hầm thông gió và /hoặc trên dụng cụ đo thì thường cho phép điều chỉnh đường hầm thông gió theo một dãy các giá trị chỉnh đặt gần xấp xỉ với tốc độ gió yêu cầu, các dữ liệu cho dụng cụ đo và số đọc của đường hầm thông gió tại mỗi điểm.

E.3 Trình bày các kết quả

Có thể trình bày thông tin theo nhiều cách cho các khía cạnh rất khác nhau của đặc tính phong tốc kế. Có năm hệ thống thường được sử dụng.

a) Số chỉ thị được so sánh với tốc độ thực ở dạng biểu đồ hoặc bảng.

b) Số chỉ thị được so sánh với sự hiệu chỉnh yêu cầu để thu được tốc độ thực

c) Tốc độ thực được so sánh với sự sai số của dụng cụ đo (giá trị tại đó số đọc của dụng cụ do đi chệch khỏi giá trị thực).

d) Thông tin thu được bởi các phương pháp b) và c) cũng có thể được biểu thị bằng lượng hiệu chỉnh tính bằng phần trăm hoặc sai số.

e) Trong các trường hợp khi phong tốc kế có thể được sử dụng ở mật độ không khí đi chệch khỏi các điều kiện hiệu chuẩn lớn hơn 10% thì có thể thu được đường cong hiệu chuẩn không phụ thuộc vào mật độ bằng cách vẽ đồ thị:

$V_{ind}\sqrt{\rho_m}$ đối với $V_{true}\sqrt{\rho_m}$ hoặc $(V_{true} - V_{ind})\sqrt{\rho_m}$

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] TCVN 6627-2-1 (IEC 60034-2-1), Máy điện quay. Phần 2-1: Phương pháp tiêu chuẩn để xác định tổn hao và hiệu suất bằng thử nghiệm (không kể máy điện dùng cho phương tiện kéo).

[2] TCVN 6627-2A (IEC 34-2A), Máy điện quay. Phần 2: Phương pháp thử nghiệm để xác định tổn hao và hiệu suất của máy điện quay (không kể máy điện dùng cho xe kéo). Đo tổn hao bằng phương pháp nhiệt lượng.

[3] ISO 3966, Measurement of fluid flow in closed conduits - Velocity area method using Pitot static tubes (Đo dòng lưu chất trong các ống dẫn kín - Phương pháp diện tích tốc độ khi sử dụng ống Pitot tĩnh).

[4] ISO/TR 5168, Measurement of fluid flow - Estimation of uncertainties (Đo dòng lưu chất - Đánh giá độ không đảm bảo đo).

[5] ISO 5221, Air distribution and air diffusion - Rules to methods of measuring air flow rate in an air handling duct (Sự phân bố và khuyếch tán không khí - Các qui tắc dùng cho các phương pháp đo lưu lượng không khí trong ống dẫn xử lý không khí).

[6] ISO 7145, Determination of flowrate of fluids in closed conduits of circular cross-section - Method of velocity measurement at one point of the cross-section (Xác định lưu lượng của các lưu chất trong các ống dẫn kín có tiết diện tròn- phương pháp đo tốc độ tại một điểm của mặt cắt ngang).

[7] ISO 7194, Measurement of fluid flow in closed conduits - Velocity areas methods of flow measurement in swirling or asymmetric flow conditions in circular ducts by means of current-meters or Pitot static tubes (Đo dòng lưu chất trong các ống dẫn kín - Các phương pháp diện tích (có) tốc độ để đo lưu lượng trong các điều kiện dòng xoáy hoặc dòng không đối xứng trong các ống dẫn tròn bằng dụng cụ đo dòng hoặc ống Pitot tĩnh).