

CHƯƠNG 9

TIÊU ÂM VÀ LỘC BỤI

9.1 Tiêu âm

9.1.1 Khái niệm.

Tiếng ồn là tập hợp những âm thanh có cường độ và tần số khác nhau sắp xếp không có trật tự, gây khó chịu cho người nghe, cản trở con người làm việc và nghỉ ngơi.

9.1.1.1 Các đặc trưng cơ bản của âm thanh

a. Tần số âm thanh

Đơn vị đo là Hz. Mỗi âm thanh được đặc trưng bởi một tần số dao động của sóng âm. Bình thường tai người cảm thụ được các âm thanh có tần số từ $16 \div 20.000$ Hz

b. Ngưỡng nghe và ngưỡng chói tai

Âm thanh là những dao động cơ học được lan truyền dưới hình thức sóng trong môi trường đàn hồi, nhưng không phải bất cứ sóng nào đến tai cũng gây ra cảm giác âm thanh như nhau. Cường độ âm thanh nhỏ nhất ở một sóng âm xác định mà tai người nghe thấy được gọi là ngưỡng nghe. Âm thanh có tần số khác nhau giá trị ngưỡng nghe cũng khác nhau. Cường độ âm thanh lớn nhất mà tai người có thể chịu được gọi là ngưỡng chói tai.

c. Mức cường độ âm L (dB)

Mức cường độ âm thanh được xác định theo công thức :

$$L = 10 \lg (I / I_0), \text{ dB} \quad (9-1)$$

I - Cường độ âm thanh đang xét, W/m^2

I_0 - Cường độ âm thanh ở ngưỡng nghe : $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

d. Mức áp suất âm (dB)

Mức áp suất âm thanh được xác định theo công thức :

$$L_p = 10 \lg (p/p_0), \text{ dB} \quad (9-2)$$

p - Áp suất âm thanh , Pa

p_0 - Áp suất âm thanh ở ngưỡng nghe: $p_0 = 2.10^{-5}$ Pa

e. Mức to của âm (Fôn)

Mức to của âm là sức mạnh cảm giác do âm thanh gây nên trong tai người, nó không những phụ thuộc vào áp suất âm mà còn phụ thuộc vào tần số âm thanh. Tần số càng thấp thì tai người càng khó nhận thấy.

Người ta xác định được rằng mức to của âm thanh bất kỳ đo bằng Fôn , có giá trị bằng mức áp suất âm của âm chuẩn có cùng mức to với âm đó. Đối với âm chuẩn , mức to ở ngưỡng nghe là 0 Fôn , ngưỡng chói tai là 120 Fôn. Các âm có cùng giá trị áp suất âm nếu tần số càng cao thì mức to càng lớn.

f. Dải tần số âm thanh

Cơ quan cảm giác của con người không phản ứng với độ tăng tuyệt đối của tần số âm thanh mà theo mức tăng tương đối của nó. Khi tần số tăng gấp đôi thì độ cao của âm tăng lên 1 *tông* , gọi là 1 *octa* tần số.

Người ta chia tần số âm thanh ra thành nhiều dải, trong đó giới hạn trên của lớn gấp đôi giới hạn dưới. Toàn bộ dải tần số âm thanh mà tai người nghe được chia ra làm

11 ồcta tần số và có giá trị trung bình là 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16.000

Tiêu chuẩn vệ sinh và mức cho phép của tiếng ồn được quy định ở 8 ồcta : 63; 125; 250; 500; 100; 200; 400; 800

Bảng 9-1

Tần số (Hz)	Số thứ tự ồcta							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Giới hạn trên	45	90	180	335	1400	2800	5600	11200
Trung bình	31,5	63	125	250	1000	2000	4000	8000
Giới hạn dưới	22,4	45	90	180	710	1400	2800	5600

Các máy đo độ ồn, đo mức to của âm đơn vị là đêxibenA (dBA) là mức cường độ âm chung của tất cả các dải ồcta tần số đã qui định về tần số 1000 Hz. Ta gọi âm thanh đó là dBA là âm thanh tương đương. Khi dùng dBA để chỉ âm thanh ta không cần nói âm thanh đó ở tần số bao nhiêu. Trị số dBA giúp ta đánh giá sơ bộ xem độ ồn có vượt quá mức cho phép hay không.

9.1.1.2 Ảnh hưởng của độ ồn

Tiếng ồn có ảnh hưởng nhiều đến sức khỏe con người. Mức độ ảnh hưởng tùy thuộc vào giá trị của độ ồn. Bảng 9-2 dưới đây đưa ra các số liệu về mức độ ảnh hưởng của độ ồn tới sức khỏe của con người.

Bảng 9-2

Mức ồn, (dBA)	Tác dụng lên người nghe
0	- Ngưỡng nghe thấy
100	- Bắt đầu làm biến đổi nhịp tim
110	- Kích thích mạnh màng nhĩ
120	- Ngưỡng chói tai
130 ÷ 135	- Gây bệnh thần kinh, nôn mửa làm yếu xúc giác và cơ bắp
140	- Đau chói tai, gây bệnh mất trí, điên
150	- Nếu nghe lâu sẽ thủng màng tai
160	- Nếu nghe lâu sẽ nguy hiểm
190	- Chỉ nghe trong thời gian ngắn đã nguy hiểm

9.1.1.3 Độ ồn cho phép đối với các công trình

Bằng thực nghiệm người ta đã lập được họ các đường cong thể hiện mức ồn cho phép của tiếng ồn dải rộng ở các ồcta tần số. Những đường này gọi là đường NC (Noise Criteria Curves), thể hiện mức ồn cho phép của tiếng ồn dải rộng ở các ồcta tần số

Hình 9-1 : Mức ồn cho phép của tiếng ồn dải rộng ở các ồcta tần số

Trên bảng 9-3 trình bày các tiêu chuẩn NC của các công trình

Khu vực	Tiêu chuẩn Nc
1. Tư dinh	25 ÷ 30
2. Nhà cho thuê, chung cư	25 ÷ 30
3. Hotel, motel	
a. Phòng riêng, phòng ngủ	30 ÷ 35
b. Phòng Hội họp, phòng tiệc	25 ÷ 30
c. Phòng khánh tiết, hành lang	35 ÷ 40
d. Khu vực phục vụ, giúp đỡ	40 ÷ 45
4. Cơ quan	
a. Phòng điều hành	25 ÷ 30
b. Phòng họp	25 ÷ 30
c. Phòng riêng	30 ÷ 35
d. Diện tích mở	35 ÷ 40
e. Phòng máy vi tính	40 ÷ 45
f. Phòng luân chuyển công cộng	40 ÷ 45
5. Bệnh viện, nhà điều dưỡng	40 ÷ 45
a. Phòng riêng	
b. Phòng điều trị	25 ÷ 30
c. Phòng mổ	30 ÷ 35
d. Hành lang	35 ÷ 40
e. Khu vực công cộng	35 ÷ 40
6. Nhà thờ	25 ÷ 30
7. Trường học	
a. Phòng giảng, lớp học	
b. Phòng học mặt bằng mở	25 ÷ 30
8. Phòng thí nghiệm	30 ÷ 35
9. Phòng hoà nhạc	35 ÷ 40
10. Nhà hát	
11. Phòng thu âm	
12. Rạp chiếu bóng	20 ÷ 25
13. Phòng thí nghiệm	30 ÷ 35

9.1.2 Tính toán độ ồn

9.1.2.1 Nguồn gây ồn và cách khắc phục

1. Các nguồn gây ồn :

Nguồn ồn gây ra cho không gian điều hòa có các nguồn gốc sau:

- Nguồn ồn do các động cơ quạt, động cơ, máy lạnh đặt trong phòng gây ra
- Nguồn ồn do khí động của dòng không khí .
- Nguồn ồn từ bên ngoài truyền vào phòng
 - + Theo kết cấu xây dựng
 - + Theo đường ống dẫn không khí
 - + Theo dòng không khí
 - + Theo khe hở vào phòng
- Nguồn ồn do không khí ra miệng thổi

2. Cách khắc phục

a. Nguồn ồn do các động cơ, thiết bị trong phòng.

- Chọn thiết bị có độ ồn nhỏ : Khi chọn các máy điều hoà, các dàn lạnh, FCU, AHU cần lưu ý độ ồn của nó, tránh sử dụng thiết bị có độ ồn lớn.

- Bọc tiêu âm cụm thiết bị : Trong nhiều trường hợp người ta chọn giải pháp bọc tiêu âm cụm thiết bị. Chẳng hạn các FCU, AHU và quạt thông gió công suất lớn khi lắp đặt trên laphông sẽ gây ồn khu vực đó nên người ta thường bọc cách âm cụm thiết bị này.

- Thường xuyên bôi trơn các cơ cấu chuyển động để giảm ma sát giảm độ ồn
- Đặt thiết bị bên ngoài phòng

b. Nguồn ồn do khí động của dòng không khí

Dòng không khí chuyển động với tốc độ cao sẽ tạo ra tiếng ồn. Vì thế khi thiết kế phải chọn tốc độ hợp lý.

c. Nguồn ồn truyền qua kết cấu xây dựng

- Đối với các phòng đặc biệt, người thiết kế xây dựng phải tính toán về cấu trúc sao cho các nguồn ồn không được truyền theo kết cấu xây dựng vào phòng, bằng cách tạo ra các khe lún, không xây liền dầm, liền trục với các phòng có thể tạo ra chấn động.

- Một trong những trường hợp hay gặp là các động cơ, bơm và máy lạnh đặt trên sàn cao. Để khử các rung động do các động cơ tạo ra lan truyền theo kết cấu xây dựng làm ảnh hưởng tới các phòng dưới, người ta đặt các cụm thiết bị đó lên các bệ quán tính đặt trên các bộ lò xo giảm chấn. Quán tính của vật nặng và sức căng của lò xo sẽ khử hết các chấn động do các động cơ gây ra.

- Đối với các FCU, AHU và quạt dạng treo , thường người ta treo trên các giá có đệm cao su hoặc lò xo.

d. Nguồn ồn truyền theo các ống dẫn gió, dẫn nước vào phòng

Các ống dẫn gió, dẫn nước được nối với quạt và bơm là các cơ cấu chuyển động cần lưu ý tới việc khử các chấn động lan truyền từ động cơ theo đường ống. Trong quá trình hoạt động các chấn động từ các thiết bị đó có thể truyền vào phòng và tạo ra độ ồn nhất định. Để khử các chấn động truyền theo đường này người ta thường sử dụng các đoạn ống nối mềm bằng cao su

e. Nguồn ồn do truyền theo dòng không khí trong ống dẫn.

Do kênh dẫn gió dẫn trực tiếp từ phòng máy đến các phòng, nên âm thanh có thể truyền từ gian máy tới các phòng, hoặc từ phòng này đến phòng kia. Để khử độ ồn truyền theo dòng không khí người ta sử dụng các hộp tiêu âm, hoặc đoạn ống tiêu âm.

Trong kỹ thuật điều hoà người ta có giải pháp bọc cách nhiệt bên trong đường ống. Lớp cách nhiệt lúc đó ngoài chức năng cách nhiệt còn có chức năng khử âm.

f. Nguồn ồn bên ngoài truyền theo khe hở vào phòng

Để ngăn ngừa phải làm phòng kín, đặc biệt các phòng yêu cầu về độ ồn thấp.

g. Nguồn ồn do không khí ra miệng thổi

Khi tốc độ không khí ra miệng thổi lớn, có thể gây ồn. Vì vậy phải chọn tốc độ không khí ra miệng thổi hợp lý.

9.1.2.2 Tính toán các nguồn ồn .

- Nếu có nhiều nguồn ồn với mức âm là L_1, L_2, \dots, L_n thì mức âm tổng được tính theo công thức :

$$L = 10 \cdot \lg \cdot \sum 10^{0,1L_i} \quad (9-3)$$

- Nếu các nguồn ồn có mức âm giống nhau thì

$$L = L_1 + 10 \lg n \quad (9-4)$$

Dưới đây chỉ ra mức ồn của một số thiết bị:

1. Độ ồn của quạt

Tiếng ồn do quạt gây ra phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như chủng loại quạt, vận tốc, hãng quạt, chế độ làm việc, trở lực hệ thống, bản chất môi trường...vv

Độ ồn do quạt gây ra được xác định theo công thức :

$$L = K_w + 10.lgV + 20.lgH + C, \text{ dB} \quad (9-5)$$

K_w - Mức cường độ âm riêng (dB) phụ thuộc loại quạt và xác định theo bảng 9-4 dưới đây.

V - Lưu lượng thể tích của quạt, CFM ($1 \text{ m}^3/\text{s} \approx 2120 \text{ cfm}$)

H - Cột áp toàn phần của quạt, in.WG

C - Hệ số hiệu chỉnh lấy theo bảng 9-3 dưới đây :

Bảng 9-3 : Hệ số hiệu chỉnh C (dB)

Tỷ lệ % với hiệu suất lớn nhất	Hệ số hiệu chỉnh C dB
90 ÷ 100	0
85 ÷ 89	3
75 ÷ 84	6
65 ÷ 74	9
55 ÷ 64	12
50 ÷ 54	15

Bảng 9-4 : Trị số K_w của các loại quạt

Loại quạt	Tần số trung tâm, Hz								
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	BF1
a. Quạt ly tâm: AF, BC và BI									
- Đường kính guồng cánh D trên 900mm	40	40	39	34	30	23	19	17	3
- Đường kính guồng cánh dưới 900mm	45	45	43	39	34	28	24	19	3
- Cánh hướng tiền, D bất kỳ	53	53	43	36	36	31	26	21	2
- Cánh hướng kính, hạ áp	56	47	43	39	37	32	29	26	7
- Cánh hướng kính, trung áp	58	54	45	42	38	33	29	26	8
- Cánh hướng kính, cao áp	61	58	53	48	46	44	41	38	8
b. Quạt dọc trục									
- Loại có cánh hướng									
+ Tỷ số r_h từ 0,3 ÷ 0,4	49	43	53	48	47	45	38	34	6
+ Tỷ số r_h từ 0,4 ÷ 0,6	49	43	46	43	41	36	30	28	6
+ Tỷ số r_h từ 0,6 ÷ 0,8	53	52	51	51	49	47	43	40	6
- Loại dạng ống									
+ Đường kính guồng cánh trên 1000mm	51	46	47	49	47	46	39	37	7
+ Đường kính guồng cánh dưới 1000mm	48	47	49	53	52	51	43	40	7
- Loại dạng chân vịt thông gió	48	51	58	56	55	52	46	42	5

Ghi chú :

AF - Quạt ly tâm cánh rộng profile khí động

BC - Quạt ly tâm có cánh hướng bầu cong

BI - Quạt ly tâm có cánh hướng bầu xiên

BF1 - Độ tăng tiếng ồn (dB) do tần số dao động của cánh f_c ($f_c = \text{số cánh} \times \text{số vòng quay của quạt trong 1 giây}$)

2. Độ ồn phát ra từ máy nén và bơm

Nếu có catalogue của thiết bị có thể tra được độ ồn của nó. Trong trường hợp không có các số liệu về độ ồn của thiết bị do nhà sản xuất cung cấp, ta có thể tính theo công suất cụ thể như sau:

- Đối với máy nén ly tâm

$$L_{PA} = 60 + 11.lg(USTR), \text{ dBA} \quad (9-6)$$

trong đó :

USTR - Tôn lạnh Mỹ : 1 USTR = 3024 kCal/h

- Đối với máy nén pittông

$$L_{PA} = 71 + 9.lg(USTR), \text{ dBA} \quad (9-7)$$

Khi máy làm việc non tải thì tăng từ 5 đến 13 dB ở các dải tần khác nhau.

Nếu cần tính mức áp suất âm thanh L_p ở các tần số trung tâm thì cộng thêm ở công thức tính L_{PA} (9-7) các giá trị ở bảng dưới đây :

Bảng 9-5

Tần số trung tâm	63	125	250	500	1000	2000	4000
- Máy chiller ly tâm	-8	-5	-6	-7	-8	-5	-8
- Máy chiller pittông	-19	-11	-7	-1	-4	-9	-14

- Đối với bơm nước tuần hoàn

$$L_{PA} = 77 + 10.lgHP, \text{ dBA} \quad (9-8)$$

HP - Công suất của bơm, HP

Lưu ý : Tất cả các giá trị tính ở trên là ở khoảng cách 1m từ nguồn âm.

3. Tiếng ồn của dòng không khí chuyển động

Tiếng ồn do dòng không khí chuyển động sinh ra do tốc độ dòng quá lớn, do qua các đoạn chi tiết đặc biệt của đường ống và ở các đầu vào ra quạt.

Tiếng ồn của dòng không khí chuyển động là kết quả của hiệu ứng xoáy quanh vật cản, gây ra sự thay đổi về vận tốc, biến dạng đột ngột về dòng chảy và do đó tạo ra sức ép động lực cục bộ của không khí.

Có các dạng gây ồn của dòng không khí chuyển động như sau :

a. Tiếng ồn của dòng không khí thổi thẳng

Trong đoạn ống thẳng, khi tốc độ quá lớn thì độ ồn sẽ có giá trị đáng kể. Tuy nhiên khi thiết kế tốc độ gió đã được chọn và đảm bảo yêu cầu. Thường khi tốc độ trên đường ống $\omega < 10 \text{ m/s}$ thì độ ồn này không đáng kể.

b. Độ ồn tại các vị trí đặc biệt của đường ống

Tại các vị trí đặc biệt như : Rẽ dòng, co thắt dòng, vị trí lắp đặt van ... độ ồn có giá trị đáng kể ngay cả khi tốc độ dòng không khí không cao. Đó là do hiện tượng xoáy tạo nên. Độ ồn tại các vị trí đó được tính như sau :

$$L_{af} = K_s + 50.lgV_{con} + 10.lgS + 10.lgD + 10.lgf + K, \text{ dB} \quad (9-9)$$

trong đó

L_{af} - Mức cường độ âm phát sinh ra, dB

K_s - Thông số riêng của kết cấu đường ống;

- Với van điều chỉnh : $K_s = -107$

- Cút cong có cánh hướng : $K_s = -107 + 10.lgn$ với n là số cánh hướng

dòng

- Chỗ ống chia nhánh : $K_s = -107 + \Delta L_1 + \Delta L_2$

+ ΔL_1 - Hệ số hiệu chỉnh độ cong rẽ nhánh, dB. Hệ số này phụ thuộc tỷ số giữa bán kính cong r của chỗ chia nhánh với đường kính ống nhánh d

Nếu $r/d \approx 0$ lấy $\Delta L_1 = 4 \div 6$ dB

Nếu $r/d \approx 0,15$ lấy $\Delta L_1 = 0$

+ ΔL_2 - Hệ số hiệu chỉnh độ rối, dB . Bình thường lấy $\Delta L_2 = 0$. Nếu ở vị trí đầu nguồn cách vị trí đang xét 5 lần đường kính ống có lắp đặt van điều chỉnh thì người ta mới xét tới đại lượng này. Trong trường hợp này lấy $\Delta L_2 = 1 \div 5$ dB tùy theo mức độ rối loạn của dòng khí đầu nguồn..

V_{con} - Tốc độ không khí tại chỗ thắt, hoặc tại ống nhánh, FPM;

$$V_{con} = \frac{V}{S.F_{TL}}$$

V - Lưu lượng không khí qua ống, cfm

F_{TL} - hệ số cản trở

Đối với van điều chỉnh nhiều cánh : $F_{TL} = 1$ nếu hệ số tổn hao áp suất $C_{pre} = 1$. Nếu $C_{pre} \neq 1$ thì :

$$F_{TL} = \frac{\sqrt{C_{PRE} - 1}}{C_{PRE} - 1}$$

trong đó : C_{PRE} - Là hệ số tổn hao áp suất, là đại lượng không thứ nguyên và được tính theo công thức :

$$C_{PRE} = \frac{15,9 \cdot 10^6 \cdot \Delta P_l}{\left(\frac{V}{S}\right)^2}$$

Đối với van điều chỉnh chỉ có 1 cánh :

Nếu $C_{PRE} \leq 4$ thì F_{TL} tính như đối với van nhiều cánh

Nếu $C_{PRE} > 4$ thì $F_{TL} = 0,68 \cdot C_{PRE}^{-0,15} - 0,22$

S- Diện tích tiết diện ống nơi thắt có lắp đặt van điều chỉnh, của cút hoặc của ống nhánh, ft^2

D - Chiều cao của ống hoặc cút cong, ft

f - Tần số trung bình của dải octa, Hz

K - hệ số tra theo đường tuyến tính của kết cấu đường ống, dB (hình 9-1)

Trị số đặc tính K của kết cấu được xác định dựa vào chuẩn số Strouhal :

$$St = 60D \cdot \omega_{con} = 60 \cdot D \cdot f / V_{br}$$

V_{br} - Tốc độ không khí trong nhánh, fpm

- Đối với van điều chỉnh :

$$K = -36,3 - 10,7 \lg.St \quad \text{nếu } St \leq 25$$

$$K = -1,1 - 35,9 \lg.St \quad \text{nếu } St \geq 25$$

- Đối với cút cong có cánh hướng dòng

$$K = -47,5 - 7,69 (\lg.St)^{2,5}$$

- Đối với chỗ chia nhánh giá trị K được xác định theo đồ thị hình 9-1 với V_{ma} là tốc độ dòng khí tại đường ống chính (fpm)

Hình 9-1 : Quan hệ giữa hệ số K với số St và tỷ số V_{ma}/V_{br} tại chỗ chia nhánh

c. Tiếng ồn ở đầu vào và đầu ra của quạt :

Tiếng ồn sinh ra trong quạt do nhiều nguyên nhân . Tuy nhiên chủ yếu vẫn là do thay đổi hướng đột ngột và đi qua chỗ thu hẹp. Tiếng ồn do quạt gây ra thường lớn và khó khắc phục.

4. Tiếng ồn do không khí thoát ra miệng thổi.

Tiếng ồn do dòng không khí ra miệng thổi phụ thuộc vào tốc độ của dòng không khí khi ra miệng thổi và kết cấu của nó.

Trong các catalogue của các miệng thổi đều có dẫn ra độ ồn của nó tương ứng với tốc độ đầu ra nào đó. Vì thế khi thiết kế cần lưu ý không được chọn tốc độ quá lớn

9.1.2.3 Tồn thất âm trên đường truyền dọc trong lòng ống dẫn.

1. Tồn thất trong ống dẫn :

Sự giảm âm là sự giảm cường độ âm tính bằng Watt trên một đơn vị diện tích khi âm đi từ nơi phát tới nơi thu. Sự giảm âm do các nguyên nhân chính sau :

- Nhờ vật liệu hút âm hấp thụ năng lượng sóng âm
 - Do phản hồi sóng âm trên bề mặt hút âm
 - Quá trình truyền âm dưới dạng sóng lan truyền trong không khí dưới dạng tán xạ do ma sát.

Mức độ giảm âm được đặc trưng bởi đại lượng IL (Insertion Loss). Trị số IL ở mỗi tần số riêng cho ta biết sự giảm cường độ âm (dB) trên đường truyền từ nơi phát đến nơi thu nhận. Khả năng hấp thụ năng lượng sóng âm của vật liệu gọi là khả năng hút âm. Khi sóng âm va chạm vào bề mặt vật liệu xốp không khí sẽ dao động trong những lỗ hổng nhỏ , sự cản trở của dòng khí và sự dao động của dòng khí trong khe hở đã biến một phần năng lượng sóng âm thành nhiệt và làm giảm năng lượng sóng âm đi đến.

Các vật liệu có khả năng hút âm tốt là vật liệu xốp và mềm. Các sóng âm khi đi vào lớp vật liệu đó sẽ bị làm yếu một phần. Vật liệu hút âm thường sử dụng là : Bông thủy tinh, bông vải, vải vụn . Các tấm vải dày, mềm khi treo trên tường có khả năng chống phản xạ âm rất tốt.

Để tiêu âm trên đường ống, thường người ta bọc các lớp bông thủy tinh bên trong đường ống . Lớp bông đó sẽ hút âm rất tốt.

Khi trong đường ống không có lớp vật liệu hút âm, vẫn tồn tại sự giảm âm tự nhiên do ma sát.

a. Đường ống tròn không có lớp hút âm

Khi sóng âm lan truyền trong không khí, do tính chất đàn hồi của môi trường không khí nên dao động sóng âm là dao động tắt dần, mức năng lượng âm giảm dần

Người ta tính được rằng trung bình độ ồn giảm tự nhiên là 0,03 dB trên 1 feet chiều dài ống ở tần số dưới 1000 Hz và tăng không đều đến 0,1 dB/ft ở tần số 1000Hz.

b. Đối với ống chữ nhật không có lớp hút âm và cách nhiệt

Đối với đường ống chữ nhật độ giảm âm tự nhiên được tính theo bảng 9-6 dưới đây :

Bảng 9-6 : Độ giảm âm thanh dB/ft

Tỷ số P/A (in/in ²)	Tần số trung bình dải ồcta (Hz)		
	63	125	≥ 250
> 0,31	0	0,3	0,1
0,31 ÷ 0,13	0,3	0,1	0,1
< 0,13	0,1	0,1	0,1

P - Chu vi ống, in

A - Diện tích tiết diện ống, in²

c. Ống chữ nhật không có lót lớp hút âm, nhưng có bọc cách nhiệt bên ngoài

Đối với loại đường ống này, thì mức giảm âm lấy gấp đôi số liệu nêu trong bảng 9-6.

d. Ống tròn có lót lớp hút âm

Độ giảm âm phụ thuộc vào diện tích tiết diện ngang của đường ống và tính chất vật liệu hút âm. Các số liệu được dẫn ra ở bảng 9-7.

Bảng 9-7 : Độ giảm âm thanh dB/ft

Đường kính ống, in	Tần số trung tâm dải ồcta, Hz						
	63	125	250	500	1000	2000	4000
6	0,38	0,59	0,93	1,53	2,17	2,31	2,04
12	0,23	0,46	0,81	1,45	2,18	1,91	1,48
24	0,07	0,25	0,57	1,28	1,71	1,24	0,85
48	0	0	0,18	0,63	0,26	0,34	0,45

e. Đối với đường ống chữ nhật có lót lớp hút âm

- Đối với tần số dải âm dưới 800 Hz độ giảm âm được tính như sau :

$$IL = \frac{t^{0,8} \cdot h^{0,357} \cdot (P/A) \cdot L \cdot f^{(1,17+0,19d)}}{1190 \cdot d^{2,3}}, dB \quad (9-10)$$

IL - Độ giảm âm thanh, dB

t - Độ dày của lớp vật liệu hút âm, in

h - Cạnh ngắn lòng ống, in

P - Chu vi lòng ống, in

A - Diện tích lòng ống, in²

L - Chiều dài đoạn ống, ft

f - Tần số âm thanh, Hz

d - Khối lượng riêng vật hút âm, lb/ft³

- Đối với tần số trên 800 Hz

$$IL = \frac{k \cdot (P/A) \cdot L \cdot f^{[1,51-1,61 \lg(P/A)]}}{W^{2,5} \cdot h^{2,7}}, dB \quad (9-11)$$

trong đó :

k = 2,11.10⁹

W - Cạnh dài của lòng ống, in

L - Chiều dài đoạn đang xét, ft

Công thức 9-11 tính khi L < 10 ft. Khi L ≥ 10ft thì lấy L = 10ft

Bảng 9-8 : Độ giảm âm trên đoạn ống hình chữ nhật có lót lớp hút âm dày 1in, dB/ft

Kích thước lòng ống, in	Tỉ số P/A (in/in ²)	Tần số trung tâm dải octa, Hz						
		63	125	250	500	1000	2000	4000
8 x 8	0,5	0,10	0,28	0,77	2,12	5,82	6,08	2,95
8 x 16	0,375	0,08	0,22	0,58	1,59	4,37	3,89	2,17
12 x 12	0,33	0,08	0,22	0,60	1,64	4,48	4,48	2,67
12 x 24	0,25	0,06	0,16	0,45	1,23	3,36	2,89	1,97
18 x 18	0,22	0,06	0,17	0,46	1,26	3,45	3,37	2,42
18 x 36	0,17	0,05	0,13	0,34	0,94	2,59	2,15	1,78
24 x 24	0,165	0,05	0,14	0,38	1,05	2,87	2,73	2,26
24 x 48	0,125	0,04	0,10	0,29	0,78	1,90	1,75	1,66
36 x 36	0,111	0,04	0,11	0,29	0,81	2,01	2,03	2,04
36 x 72	0,083	0,03	0,08	0,22	0,60	1,02	1,30	1,50
48 x 48	0,08	0,03	0,09	0,24	0,67	1,30	1,65	1,90
48 x 96	0,063	0,02	0,07	0,18	0,50	0,66	1,05	1,40

Để tránh làm cho IL quá lớn, đối với đường ống chữ nhật có lót lớp hút âm, thì IL không được vượt quá 40 dB ở bất kỳ tần số nào.

Độ giảm IL nêu trên không tính tới độ giảm âm thanh tự nhiên, nên khi tính cần phải cộng vào

f. Đối với đường ống ô van

- Đối với đường ống ô van với tỷ số hai trục là 3 : 1 thì IL được lấy giống đường ống tròn có đường kính bằng trục ngắn của ống ô van.

Độ dày lớp hút âm có ảnh hưởng đến trị số IL. Ở tần số 800 HZ, khi chiều dày lớp hút âm là 2in thì hiệu quả giảm âm tăng 2 lần so với lớp dày 1in. Vì vậy cần lót lớp hút âm dày từ 2in đến 3in để nâng cao hiệu quả hút âm.

2. Tổn thất tại cút cong và chỗ chia nhánh

a. Độ giảm âm tại cút cong tròn

Tại vị trí cút cong âm thanh bị phản hồi ngược lại một phần. Vì thế các cút cong có hay không có lớp hút âm thì đều có tác dụng giảm ồn nhất định

Tổn thất tại cút cong phụ thuộc vào kích thước của nó và tần số âm và cho ở bảng 9-9 dưới đây :

9-9: Độ giảm âm qua cút tròn, dB

Trường hợp	Tổn thất âm IL (dB)
$f.D < 1,9$	0
$1,9 < f.D < 3,8$	1
$3,8 < f.D < 7,5$	2
$f.D > 7,5$	3

f - Tần số âm, kHz

D- Đường kính ống tròn, in

b. Độ giảm âm tại cút cong chữ nhật

Cút chữ nhật làm giảm tối đa nhưng âm thanh trong dải octa mà tần số trung tâm gần bằng hoặc lớn hơn 125 Hz.

Bảng 9-10 đưa ra các kết quả giảm âm khi dòng không khí đi qua cút chữ nhật có và không có lớp hút âm.

9-10: Độ giảm âm qua cút chữ nhật, dB

Trường hợp	Không có lớp hút âm	Có lớp hút âm
Cút chữ nhật không có cánh hướng dòng		
f.W < 1,9	0	0
1,9 < f. W < 3,8	1	1
3,8 < f. W < 7,5	5	6
7,5 < f. W < 15	8	11
15 < f. W < 30	4	10
30 < f. W	3	10
Cút chữ nhật có cánh hướng dòng		
f. W < 1,9	0	0
1,9 < f. W < 3,8	1	1
3,8 < f. W < 7,5	4	4
7,5 < f. W < 15	6	7
15 < f. W	4	7

W - Cạnh lớn của ống chữ nhật, in

f - Tần số âm tính bằng, kHz

c. Độ giảm âm tại chỗ chia nhánh

Độ giảm âm do chia nhánh được tính theo công thức:

$$\Delta L_{WB} = -10 \cdot \lg \frac{A_{br}}{\Sigma A_{br}}, dB \quad (9-12)$$

ΔL_{WB} - Độ giảm năng lượng âm do chia nhánh, dB

A_{br} - Diện tích nhánh rẽ đang xét, ft²

ΣA_{br} - Tổng diện tích các nhánh rẽ, ft²

3. Tổn thất âm do phản hồi cuối đường ống

Khi sóng âm thoát ra cuối đường ống để vào phòng, do mở rộng đột ngột nên gây ra sự phản hồi âm ngược lại. Điều này giảm đáng kể các âm thanh tần số thấp.

Tổn thất âm do phản hồi không cần tính nếu:

- Miệng thổi kiểu khuyếch tán gắn trực tiếp lên trần
- Miệng thổi khuyếch tán nối với đoạn đường ống thẳng dài hơn 3 lần đường kính ống

- Miệng thổi khuyếch tán nối với ống nối mềm

Tổn thất âm do phản hồi cuối đường ống được tính theo bảng dưới đây:

Bảng 9-11 : Tổn thất do âm phản hồi cuối đường ống, dB

Chiều rộng ống chính, in	Tần số trung bình của dải ồcta, dB				
	63	125	250	500	1000
6	18	12	8	4	1
8	16	11	6	2	0
10	14	9	5	1	0
12	13	8	4	1	0
16	11	6	2	0	0
20	9	5	1	0	0
24	8	4	1	0	0
28	7	3	1	0	0

32	6	2	0	0	0
36	5	1	0	0	0
48	4	1	0	0	0
72	1	0	0	0	0

Chú ý: Các số liệu ở bảng 9-8 không sử dụng cho miệng thổi có lót lớp hút âm hoặc miệng thổi gắn trực tiếp lên đường ống. Nếu đầu cuối cùng của đường ống là miệng thổi khuyếch tán thì phải trừ đi ít nhất 6 dB

9.1.2.4 Sự truyền âm kiểu phát xạ và tổn thất trên đường truyền

1. Sự phát xạ âm

Tiếng ồn do sóng âm hoặc sự rối loạn của dòng không khí bên trong đường ống có thể xuyên qua thành ống làm thành ống dao động. Sự truyền âm theo cách đó gọi là sự phát xạ âm.

Tiếng ồn ngược lại cũng có thể truyền vào bên trong ống, chạy theo hệ thống đường ống và vào phòng hoặc ra ngoài.

2. Tổn thất âm phát xạ trên đường truyền

a. Khái niệm.

- Mức suy giảm âm thanh do truyền TL (Transmission loss) khi qua tường, vách ngăn hoặc các vật cản khác trong trường hợp tổng quát được tính theo công thức :

$$10.\lg.(W_{\text{vao}}/W_{\text{CL}}), \text{ dB} \quad \text{TL} = \quad (9-13)$$

TL - Tổn thất âm trên đường truyền, dB

W_{vao} - Năng lượng sóng âm tới, W

W_{CL} - Năng lượng còn lại của sóng âm khi qua vách, W

Tổn thất do truyền âm phụ thuộc vào khối lượng riêng của vật liệu vách và tần số âm thanh.

Đối với tường bê tông hoặc ống kim loại khi tăng gấp đôi khối lượng vách thì trị số TL tăng từ 2 ÷ 3 dB cho tiếng ồn dưới 800 Hz và tăng từ 5 ÷ 6 dB cho tiếng ồn trên 800 Hz. Quan hệ giữa TL và khối lượng vật liệu bị ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác như khe nứt, độ cứng, độ cộng hưởng, sự không đồng nhất của vách ngăn ...vv

- *Tổn thất âm do phát xạ từ trong ống ra trong trường hợp tổng quát :*

$$TL_R = L_V - L_R + 10.\lg \frac{A_N}{A_T} \quad (9-14)$$

trong đó:

L_V - Mức năng lượng âm thanh đầu vào ống, dB

L_R - Mức năng lượng âm phát xạ sau khi xuyên qua ống, dB

A_N, A_T - Diện tích phát xạ mặt ngoài ống và diện tích tiết diện ngang bên trong ống, in^2

- *Tổn thất phát xạ âm vào đường ống trong trường hợp tổng quát :*

$$\text{TL}_V = 10.\lg(W_V/2.W_R), \quad (9-15)$$

W_V - Cường độ âm truyền tới ống, dB

W_R - Cường độ âm được truyền qua ống, dB

b. Tổn thất âm do phát xạ qua thành ống chữ nhật ra ngoài

Để tính tổn thất trên đường truyền qua ống chữ nhật người ta giới hạn tần số âm thanh sau đây để làm mốc:

$$f_L = \frac{24,134}{(a.b)^{0,5}}$$

(9-16)

trong đó:

f_L gọi là tần số âm mốc.

a, b là hai cạnh của ống chữ nhật, in

- Khi tần số $f < f_L$ thì kiểu sóng phẳng là chủ yếu và độ giảm âm tính theo công thức :

$$TL_R = 10.\lg[fm^2/(a+b) + 17], \text{ dB} \quad (9-17)$$

- Khi $f \geq f_L$ thì sóng âm là kiểu hỗn hợp được tính theo công thức:

$$TL_R = 20.\lg(mf) - 31, \text{ dB} \quad (9-18)$$

trong đó :

m - Khối lượng trên 1 đơn vị diện tích thành ống, lb/ft²

Theo công thức ở trên, tổn thất âm do truyền qua ống chữ nhật không phụ thuộc vào chiều dài ống mà phụ thuộc vào khối lượng trên 1 đơn vị diện tích thành ống m.

Dưới đây là tổn thất âm khi truyền qua đường ống ở các dải tần số khác nhau.

Bảng 9-12 : Tổn thất âm khi truyền từ ống ra ngoài TL_R , dB

Kích thước lòng ống, in	Tần số trung tâm dải octa, Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12 x 12	21	21	27	30	33	36	41	45
12 x 24	19	22	25	28	31	35	41	45
12 x 48	19	22	25	28	31	37	43	45
24 x 24	20	23	26	29	32	37	43	45
24 x 48	20	23	26	29	31	39	45	45
48 x 48	21	24	27	30	35	41	45	45
48 x 96	19	22	25	29	35	41	45	45

Bảng 9-13 : Tổn thất âm khi truyền vào đường ống TL_V , dB

Kích thước ống, in	Tần số trung tâm dải octa, Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12 x 12	16	16	16	25	30	33	38	42
12 x 24	15	15	17	25	28	32	38	42
12 x 48	14	14	22	25	28	34	40	42
24 x 24	13	13	21	26	29	34	40	42
24 x 48	12	15	23	26	28	36	42	42
48 x 48	10	19	24	27	32	38	42	42
48 x 96	11	19	22	27	32	38	42	42

c. Tổn thất âm do phát xạ qua thành ống dẫn tròn ra ngoài

Tổn thất âm khi truyền qua ống dẫn tròn khác với ống dẫn chữ nhật. Khi tần số thấp các sóng phẳng ngăn cản sự truyền âm trong ống ra ngoài nên tổn thất rất lớn.

Bảng 9-14 dưới đây trình bày các tổn thất do truyền âm từ ống dẫn ra ngoài

Bảng 9-14 : Tổn thất truyền âm từ ống tròn ra ngoài TL_R , dB

Kích thước và kiểu ống, in	Tần số trung tâm dải octa, Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1. Ống ghép dọc								
+ D=8in, $\delta=0,022$ in, L=15ft	>45	(53)	55	52	44	35	34	26
+ D=14in, $\delta=0,028$ in, L=15ft	>50	60	54	36	34	31	25	38
+ D=22in, $\delta=0,034$ in, L=15ft	47	53	37	33	33	27	25	43
+ D=32in, $\delta=0,034$ in, L=15ft	(51)	46	26	26	24	22	38	43
2. Ống ghép xoắn								
+ D=8in, $\delta=0,022$ in, L=10ft	>48	>64	>75	>72	56	56	46	29
+ D=14in, $\delta=0,022$ in, L=10ft	>43	>53	55	33	34	35	25	40
+ D=26in, $\delta=0,028$ in, L=10ft	>45	50	26	26	25	22	36	43
+ D=26in, $\delta=0,028$ in, L=10ft	>48	>53	36	32	32	28	41	36
+ D=32in, $\delta=0,034$ in, L=10ft	>43	42	28	25	26	24	40	45

trong đó

D - đường kính ống, in

δ - Chiều dày của ống, in

L - Chiều dài ống, ft

Trong trường hợp tập âm nền che khuất tiếng ồn phát xạ, thì giới hạn thấp hơn của TL được biểu thị bằng dấu >. Các số liệu trong dấu ngoặc đơn cho biết rằng tiếng động nền sẽ sinh ra một giá trị lớn hơn số liệu thông thường.

d. Tổn thất âm TL của ống ôvan

Mức tổn thất âm thanh khi truyền qua thành ống ôvan được dẫn ra ở bảng

Bảng 9-15 : Tổn thất truyền âm từ ống ôvan ra ngoài TL_R , dB

Kích thước trục axb, in	Tần số trung tâm dải octa, Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12 x 6	31	34	37	40	43	-	-	-
24 x 6	24	27	30	33	36	-	-	-
24 x 12	28	31	34	37	-	-	-	-
48 x 12	23	26	29	32	-	-	-	-
48 x 24	27	30	33	-	-	-	-	-
96 x 24	22	25	28	-	-	-	-	-
96 x 48	28	31	-	-	-	-	-	-

3. Tổn thất âm khi qua cấu trúc xây dựng

Khi truyền âm qua các kết cấu xây dựng, năng lượng âm thanh bị tổn thất một lượng đáng kể, qua nghiên cứu người ta đã đưa ra các kết quả xác định tổn thất âm thanh.

Tổn thất qua tường, vách ngăn, cửa kính và khoảng trống trên trần được tính theo bảng 9-16 dưới đây:

Bảng 9-16 : Tổn thất âm khi đi qua kết cấu xây dựng, dB

Kích thước trục axb, in	Tần số trung tâm dải octa, Hz						
	63	125	250	500	1000	2000	4000
- Bê tông đặc, dày 4 in, 48 lb/ft ²	32	34	35	37	42	49	55
- Bê tông đặc kết hợp bê tông bọt dày 4 in, 28 lb/ft ²	29	32	33	34	37	42	49
- Bê tông đặc kết hợp bê tông bọt dày 8 in, 28 lb/ft ²	31	33	35	36	41	48	54
- Vách ngăn tiêu chuẩn, khung gỗ 2in, 4 in hai lớp thạch cao dày 5/8 in ở mỗi mặt	12	17	34	35	42	38	44
- Vách ngăn tiêu chuẩn, khung kim loại 29/8 in, hai lớp thạch cao dày 5/8 in ở mỗi mặt	25	36	43	50	50	44	55
- Kính 1 lớp dày 1 / 2 in	11	16	23	27	32	28	32
- Kính 2 lớp mỗi lớp dày 1 /2in, 2 lớp cách nhau 1 /2in.	12	16	23	27	32	30	35
- Trần bằng sợi vô cơ	1	2	4	8	9	9	14
- Trần thạch cao	9	15	20	25	31	33	27
- Tác dụng kết hợp của khoảng trống trên trần với trần có phủ bông thủy tinh dày 1 /2in, 6 lb/ft ²	4	8	8	8	10	10	14
- Tác dụng kết hợp của khoảng trống trên trần với trần có phủ lớp sợi vô cơ dày 5 /8in, 35 lb/ft ²	1	5	9	10	12	14	15
- Cửa gỗ thường xuyên đóng		23	27	29	27	26	29

4 Hiệu ứng làm giảm âm kết hợp giữa trần và khoảng trống trên trần

Trần và khoảng trống trên trần có tác dụng giảm âm phát xạ từ đường ống ra một cách đáng kể, đặc biệt là trần có cách âm.

Đối với trần cách âm bằng sợi vô cơ khối lượng 35 lb/ft³ thì mức độ giảm âm theo các dải tần cho ở bảng 9-17 :

Bảng 9-17 : Tổn thất âm qua trần cách âm, dB

Tần số f, Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Độ giảm âm, dB	-5	-9	-10	-12	-14	-15

9.1.2.5 Quan hệ giữa mức áp suất âm trong phòng với cường độ âm

1. Trường hợp có một hoặc nhiều nguồn âm trong phòng

Căn cứ vào thực nghiệm người ta đưa ra công thức tính mức áp suất trong phòng L_{pr} (dB) từ mức cường độ âm L_{wr}

$$L_{pr} = L_{wr} - 5.lgV - 3.lgf - 10.lgr + 25 \quad (9-19)$$

trong đó :

L_{wr} - Mức cường độ âm trong phòng, dB

V - Thể tích của phòng, ft³

f - Tần số trung tâm của dải octa, Hz

r - Khoảng cách từ nguồn âm tới nơi thu nhận, ft

Nếu trong phòng có nhiều nguồn âm thì tính L_{pr} riêng rẽ và cộng lại để tính tổng áp suất âm tại nơi thu nhận.

2. Trường hợp có nhiều miệng thổi khuyếch tán đặt sát trần

Trong các văn phòng và phòng lớn trong toà nhà thường có nhiều miệng thổi. Nếu số lượng lớn hơn hay bằng 4 và độ cao lắp đặt như nhau thì mức áp suất âm trong phòng ở độ cao 5 ft cách sàn được xác định như sau :

$$L_{p5} = L_{WS} - 5.lgX - 28.lgh + 1,3.lgN - 3.lgf + 31 \quad (9-20)$$

L_{WS} - Mức cường độ âm thanh của miệng thổi, dB

h - độ cao của trần, ft

N - Số miệng thổi

$X = F/h^2$: F - Diện tích sàn do 1 miệng thổi đảm nhận, ft^2

3. Hiệu ứng không gian

Hiệu ứng không gian là sự chênh lệch giữa mức áp suất âm thanh và mức cường độ âm thanh trong phòng $L_p - L_w$

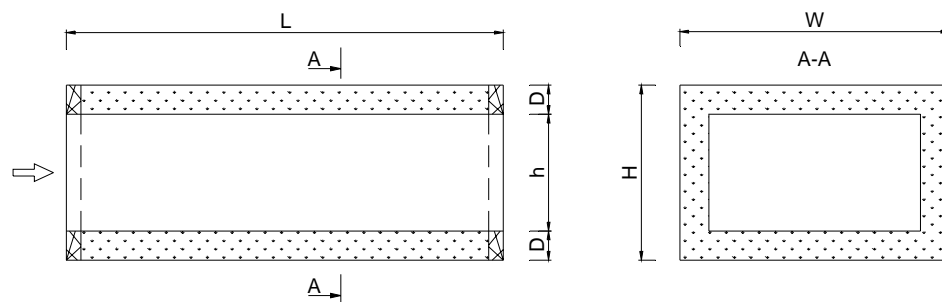
9.1.3 Thiết bị tiêu âm

Trong kỹ thuật điều hoà không khí người ta thường sử dụng các thiết bị tiêu âm nhằm giảm âm thanh phát ra từ các thiết bị và dòng không khí chuyển động truyền đến khu vực xung quanh và đặc biệt là truyền vào phòng.

Đối với các thiết bị nhỏ như các quạt, FCU và AHU người ta bọc kín thiết bị bằng các hộp tiêu âm để hút hết các âm thanh phát xạ từ thiết bị không để chúng lan truyền ra chung quanh

Đối với các AHU lớn, phòng máy Chiller người ta đặt trong các phòng máy kín có bọc cách âm.

Đối với dòng không khí người ta sử dụng các hộp tiêu âm đặt trên đường đi. Các hộp tiêu âm này có nhiệm vụ hút hết âm lan truyền theo dòng không khí chuyển động. Dưới đây trình bày cấu tạo của hộp tiêu âm đặt trên đường ống.



Hình 9-

Cấu tạo hộp tiêu âm

2 :

Trên hình 9-2 là cấu tạo của hộp tiêu âm thường được sử dụng trong kỹ thuật điều hoà không khí.

Cấu tạo của hộp tiêu âm gồm các lớp sau đây (kể từ trong ra ngoài) :

- Lớp tôn có đục lỗ $\Phi 6$, $a=20mm$
- Lớp vải mỏng
- Lớp bông hút âm
- Lớp tôn vỏ ngoài

Hộp tiêu âm được định hình nhờ khung gỗ bao quanh. Độ dày D của lớp bông tuỳ tính nằm trong khoảng $100 \div 300mm$. Độ dày càng lớn khả năng hút âm càng tốt. Lớp trong

cùng là lớp tôn đục lỗ, các lỗ có tác dụng hút âm thanh, trong một số trường hợp người ta sử dụng lưới sắt hoặc lưới nhựa để thay thế.

9.2 Lọc bụi

9.2.1 Khái niệm

Bụi là một trong các chất độc hại. Tác hại của bụi phụ thuộc vào các yếu tố: Kích cỡ bụi, nồng độ bụi và nguồn gốc bụi.

- Nguồn gốc:

+ Hữu cơ: Do các sản phẩm nông nghiệp và thực phẩm như thuốc lá, bông gô, các sản phẩm nông sản, da, lông súc vật

+ Bụi vô cơ: Đất, đá, xi măng, amiăng, bụi kim loại

- Kích cỡ hạt: Bụi có kích cỡ càng bé tác hại càng lớn do khả năng xâm nhập sâu, tồn tại trong không khí lâu và khó xử lý.

+ Rất mịn: 0,1 - 1 μm

+ Mịn: 1 - 10 μm

+ Thô: > 10 μm

- Nồng độ:

+ Nồng độ bụi cho phép trong không khí thường cho theo nồng độ ôxit silic

Bảng 9-18

Hàm lượng SO ₂ , %	Nồng độ cho phép
Z > 10	Z _b < 2 mm/m ³
2 ÷ 10	2 ÷ 4
< 2	4 ÷ 6
Bụi amiăng	≤ 2

Khi lựa chọn thiết bị lọc bụi căn cứ vào các đặc tính sau:

- Hiệu quả lọc bụi η_b :

$$\eta_b = (G'_b - G''_b).100\% / G'_b = (z'_b - z''_b).100\% / z'_b \quad (9-21)$$

G'_b, G''_b - Lượng bụi vào ra thiết bị trong một đơn vị thời gian

z'_b, z''_b - Nồng độ bụi vào ra thiết bị trong một đơn vị thời gian

- Phụ tải không khí: L (m³/h.m²) Lưu lượng lưu thông không khí tính cho 1m² diện tích bề mặt lọc.

- Trở lực thủy lực $\Delta p = \xi \cdot \rho \cdot \omega^2 / 2$: Trở lực thủy lực của thiết bị lọc

9.2.2 Các thiết bị lọc bụi và tính toán

Thiết bị lọc bụi có nhiều loại, tùy thuộc vào nguyên lý tách bụi, hình thức bên ngoài, chất liệu hút bụi mà người ta chia ra:

- Buồng lắng bụi
- Thiết bị lọc bụi kiểu xyclon
- Thiết bị lọc bụi kiểu quán tính
- Thiết bị lọc bụi kiểu túi vải, lưới lọc, thùng quay.
- Thiết bị lọc bụi kiểu tĩnh điện

9.2.2.1 Buồng lắng bụi.

Buồng lắng bụi có cấu tạo dạng hộp , không khí vào 1 đầu và ra đầu kia. Nguyên tắc tách bụi của buồng lắng bụi chủ yếu là :

- Giảm tốc độ hỗn hợp không khí và bụi một cách đột ngột khi vào buồng. Các hạt bụi mất động năng và rơi xuống dưới tác dụng của trọng lực.

- Dùng các vách chắn, vách ngăn để khi không khí va đập vào các hạt bụi bị mất động năng và rơi xuống đáy buồng.

- Ngoặt dòng khí chuyển động trong buồng.

Trên hình 9-3 trình bày một số kiểu dạng buồng lắng bụi

Buồng lắng bụi đơn giản chỉ dựa trên nguyên tắc giảm tốc độ đột ngột có nhược điểm là hiệu quả không cao , chỉ đạt 50 ÷ 60% và phụ tải không lớn.

Buồng lắng bụi có nhiều ngăn và loại có tấm chắn hiệu quả cao hơn . Trong các buồng lắng bụi này không khí chuyển động dích dắc hoặc xoáy tròn nên khi va đập vào các tấm chắn và vách ngăn sẽ mất động năng và rơi xuống. Hiệu quả có thể đạt 85 ÷ 90%

lắng bụi đơn giản

a) Buồng

b) Buồng lắng bụi nhiều ngăn

c) buồng lắng bụi

có tấm chắn

Hình 9-3 : Các loại buồng lắng bụi

* **Tính toán buồng lắng bụi đơn giản:**

- Chiều dài tối thiểu cần thiết của buồng lắng bụi để giữ lại hạt bụi có đường kính d:

$$L_{\min} = \frac{18\mu L}{\gamma_m \cdot d^2 \cdot B}, m \quad (9-22)$$

trong đó :

μ - Độ nhớt động học của không khí, kg.s/m²

L - Lưu lượng không khí đi qua buồng lắng , m³/s

γ_m - Trọng lượng đơn vị của bụi, kg/m³

d - Đường kính hạt bụi, m

B - Chiều rộng buồng lắng, m

- Ngược lại, khi kích thước buồng đã xác định, ta có thể xác định đường kính hạt bụi bé nhất mà buồng có khả năng giữ lại :

$$d_{\min} = \sqrt{\frac{18\mu L}{\gamma_m \cdot B \cdot l}} \quad (9-23)$$

Các công thức trên đây chỉ tính trong trường hợp không khí chuyển động trong buồng là chảy tầng. Thực tế không tốc độ không khí chuyển động trong buồng thường chọn là 0,6 m/s.

Khi đó dòng không khí đang chảy tầng. Khi chuyển sang chế độ chảy rối công thức trên không còn đúng nữa.

9.2.2.2 Bộ lọc bụi kiểu xyclon

Bộ lọc bụi xyclon là thiết bị lọc bụi được sử dụng tương đối phổ biến. Nguyên lý làm việc của thiết bị lọc bụi kiểu xyclon là lợi dụng lực ly tâm khi dòng không khí chuyển động để tách bụi ra khỏi không khí

Hình 9-4 : Cấu tạo lọc bụi kiểu xyclon

Nguyên lý làm việc của thiết bị lọc bụi xyclon như sau : Không khí có bụi lần đi qua ống 1 theo phương tiếp tuyến với ống trụ 2 và chuyển động xoáy tròn đi xuống dưới phía dưới, khi gặp phễu 3 dòng không khí bị đẩy ngược lên chuyển động xoáy trong ống 4 và thoát ra ngoài. Trong quá trình chuyển động xoáy ốc lên và xuống trong các ống các hạt bụi dưới tác dụng của lực ly tâm va vào thành, mất quán tính và rơi xuống dưới. Ở đáy xyclon người ta có lắp thêm van xả để xả bụi vào thùng chứa. Van xả 5 là van xả kép 2 cửa 5a và 5b không mở đồng thời nhằm đảm bảo luôn cách ly bên trong xyclon với thùng chứa bụi, không cho không khí lọt ra ngoài.

*** Tính toán Xyclon :**

Để tính toán người ta giả thiết

- 1- Các hạt bụi có kích thước hình cầu.
- 2- Lực ly tâm tác dụng lên hạt bụi theo hướng bán kính của xyclon và bỏ qua lực tác dụng của trọng lực.
- 3- Hạt bụi được tách ra khỏi không khí sau khi va chạm và thành xyclon

Dựa vào các giả thiết đó người ta đã xác định được cỡ hạt bụi nhỏ nhất có thể giữ lại được trong xyclon và thời gian chuyển động của hạt bụi từ lúc vào đến lúc lắng đọng dưới đáy xyclon :

$$d = 3 \cdot \sqrt{\frac{v}{\pi \cdot n \cdot \Omega} \cdot \frac{\gamma_k}{\gamma_m} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}}, m \quad (9-24)$$

$$\tau = \frac{18 \cdot v}{\Omega^2 \cdot d^2} \cdot \frac{\gamma_k}{\gamma_m} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}, s \quad (9-25)$$

trong đó :

v - Độ nhớt động học của không khí, m²/s

γ_k, γ_m - Khối lượng riêng của không khí và bụi, kg/m^3
 R_1 - Bán kính của ống thoát khí, m
 R_2 - Bán kính hình trụ của xyclon, m
 Ω - Vận tốc trung bình của hạt bụi, s^{-1}

9.2.2.3 Bộ lọc bụi kiểu quán tính

Nguyên lý hoạt động của thiết bị lọc bụi kiểu quán tính là dựa vào lực quán tính của hạt bụi khi thay đổi chiều chuyển động đột ngột.

Trên hình 9-5 trình bày cấu tạo của thiết bị lọc bụi kiểu quán tính. Cấu tạo gồm nhiều khoang ống hình chóp cụt có đường kính giảm dần xếp chồng lên nhau tạo ra các góc hợp với phương thẳng đứng khoảng 60° và khoảng cách giữa các khoang ống khoảng từ $5 \div 6\text{mm}$.

Không khí có bụi được đưa qua miệng 1 vào phễu thứ nhất, các hạt bụi có quán tính lớn đi thẳng, không khí một phần đi qua khe hở giữa các chóp và thoát ra ống 3. Các hạt bụi được dồn vào cuối thiết bị.

Thiết bị lọc bụi kiểu quán tính có cấu tạo và nguyên lý hoạt động tương đối đơn giản nhưng nhược điểm là hiệu quả lọc bụi thấp, để tăng hiệu quả lọc bụi người ta thường kết hợp các kiểu lọc bụi với nhau, đặc biệt với kiểu lọc bụi kiểu xyclon, hiệu quả có thể đạt $80 \div 98\%$. Phần không khí có nhiều bụi ở cuối thiết bị được đưa vào xyclon để lọc tiếp.

9.2.2.4 Bộ lọc bụi kiểu túi vải.

Thiết bị lọc bụi kiểu túi vải được sử dụng rất phổ biến cho các loại bụi mịn, khó tách khỏi không khí nhờ lực quán tính và ly tâm. Để lọc người ta cho luồng không khí có nhiễm bụi đi qua các túi vải mịn, túi vải sẽ ngăn các hạt bụi lại và để không khí đi thoát qua.

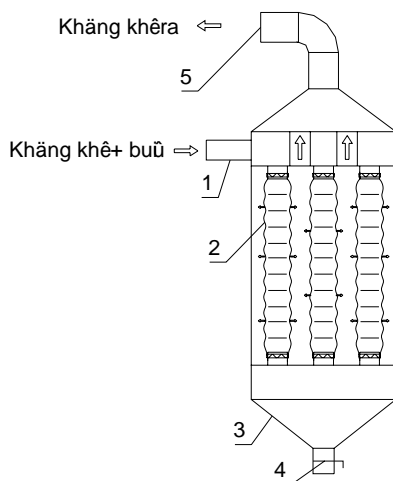
Qua một thời gian lọc, lượng bụi bám lại bên trong nhiều, khi đó hiệu quả lọc bụi cao đạt $90 \div 95\%$ nhưng trở lực khi đó lớn $\Delta p = 600 \div 800 \text{ Pa}$, nên sau một thời gian làm việc phải định kỳ rũ bụi bằng tay hoặc khí nén để tránh nghẽn dòng gió đi qua thiết bị. Đối với dòng khí ẩm cần sấy khô trước khi lọc bụi tránh hiện tượng kết dính trên bề mặt vải lọc làm tăng trở lực và năng suất lọc. Thiết bị lọc bụi kiểu túi vải có năng suất lọc khoảng $150 \div 180\text{m}^3/\text{h}$ trên 1m^2 diện tích bề mặt vải lọc. Khi nồng độ bụi khoảng $30 \div 80 \text{ mg/m}^3$ thì hiệu quả lọc bụi khá cao đạt từ $96 \div 99\%$. Nếu nồng độ bụi trong không khí cao trên 5000 mg/m^3 thì cần lọc sơ bộ bằng thiết bị lọc khác trước khi đưa sang bộ lọc túi vải.

Bộ lọc kiểu túi vải có nhiều kiểu dạng khác nhau, dưới đây trình bày kiểu túi vải thường được sử dụng.

Trên hình 9-5 là cấu tạo của thiết bị lọc bụi kiểu túi vải đơn giản. Hỗn hợp không khí và bụi đi vào cửa 1 và chuyển động xoáy đi xuống các túi vải 2, không khí lọt qua túi vải và đi ra cửa thoát gió 5. Bụi được các túi vải ngăn lại và rơi xuống phễu 3 và định kỳ xả nhờ van 4.

Để rũ bụi người ta thường sử dụng các cánh gạt bụi hoặc khí nén chuyển động ngược chiều khi lọc bụi, các lớp bụi bám trên vải sẽ rời khỏi bề mặt bên trong túi vải.

Hình 9-5 Thiết bị lọc bụi kiểu túi vải



9.2.2.5 Bộ lọc bụi kiểu lưới

Bộ lọc bụi kiểu lưới được chế tạo từ nhiều loại vật liệu khác nhau nhằm làm cho dòng không khí đi qua chuyển động dích dắc nhằm loại bỏ các hạt bụi lẫn trong không khí. Loại phổ biến nhất gồm một khung làm bằng thép, hai mặt có lưới thép và ở giữa là lớp vật liệu ngăn bụi. Lớp vật liệu này có thể là các mẫu kim loại, sứ, sợi thủy tinh, sợi nhựa, ...

Kích thước của vật liệu đệm càng bé thì khe hở giữa chúng càng bé và khả năng lọc bụi càng cao. Tuy nhiên đối với các loại lọc bụi kiểu này khi hiệu quả lọc bụi tăng đều kèm theo tăng trở lực

Trên hình 9-6 là tấm lưới lọc với vật liệu đệm là lõi kim loại hoặc sứ. Kích thước thông thường của tấm lọc là $500 \times 500 \times (75 \div 80)$ mm, khâu kim loại có kích thước $13 \times 13 \times 1$ mm. Lưới lọc có trở lực khá bé $30 \div 40$ Pa. Hiệu quả lọc bụi có thể đạt 99%, năng suất lọc đạt $4000 \div 5000$ m³/h cho 1m² diện tích bề mặt lưới lọc. Loại lọc bụi kiểu lưới này rất thích hợp cho các loại bụi là sợi bông, sợi vải ... Hàm lượng bụi sau bộ lọc đạt $6 \div 20$ mg/m³

Tùy theo lưu lượng không khí cần lọc các tấm được ghép với nhau trên khung phẳng hoặc ghép nhiều tầng để tăng hiệu quả lọc.

Trong một số trường hợp vật liệu đệm được tẩm dầu để nâng cao hiệu quả lọc bụi. Tuy nhiên dầu sử dụng cần lưu ý đảm bảo không mùi, lâu khô và khó ôxi hoá.

Sau một thời gian làm việc hiệu quả khử bụi kém nên định kỳ vệ sinh bộ lọc

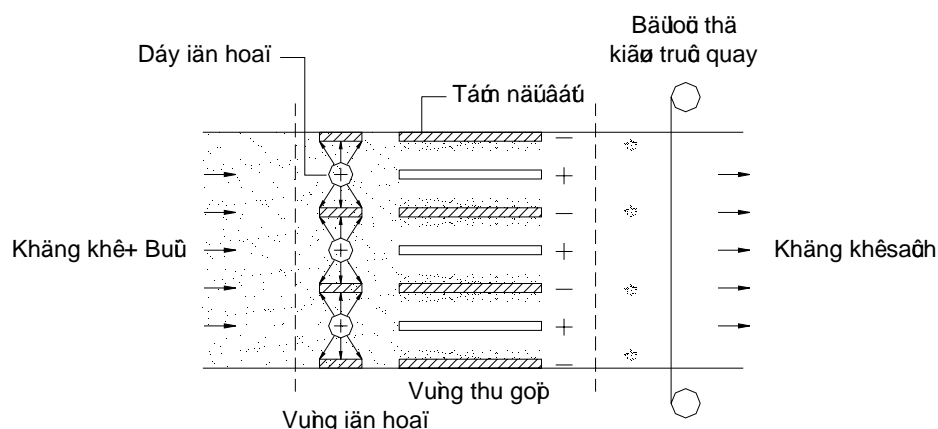
Hình 9-6 Thiết bị lọc bụi kiểu lưới

9.2.2.6 Bộ lọc bụi kiểu tĩnh điện

Bộ lọc tĩnh điện được sử dụng lực hút giữa các hạt nhỏ nạp điện âm. Các hạt bụi bên trong thiết bị lọc bụi hút nhau và kết lại thành khối có kích thước lớn ở các tấm thu góp. Chúng rất dễ khử bỏ nhờ dòng khí.

Thiết bị lọc bụi kiểu điện hình trình bày trên hình 9-7. Thiết bị được chia thành 2 vùng: Vùng iôn hoá và vùng thu gộp. Vùng iôn hoá có căng các sợi dây mang điện tích dương với điện thế 1200V. Các hạt bụi trong không khí khi đi qua vùng iôn hoá sẽ mang điện tích dương. Sau vùng iôn hoá là vùng thu gộp, gồm các bản cực tích điện dương và âm xen kẽ nhau nối với nguồn điện 6000V. Các bản tích điện âm nối đất. Các hạt bụi tích điện dương khi đi qua vùng thu gộp sẽ được bản cực âm hút vào. Do giữa các hạt bụi có rất nhiều điểm tiếp xúc nên liên kết giữa các hạt bụi bằng lực phân tử sẽ lớn hơn lực hút giữa các tấm cực với các hạt bụi. Do đó các hạt bụi kết lại và lớn dần lên. Khi kích thước các hạt đủ lớn sẽ bị dòng không khí thổi rời khỏi bề mặt tấm cực âm. Các hạt bụi lớn rời khỏi các tấm cực ở vùng thu gộp sẽ được thu gom nhờ bộ lọc bụi thô kiểu trục quay đặt ở cuối gom lại.

Hình 9-7: Bộ lọc bụi kiểu tĩnh điện



Thiết bị lọc bụi kiểu tĩnh điện rất hiệu quả đối với các loại bụi kích cỡ từ 0,5 đến 8 μ m. Khi các hạt bụi có kích cỡ khoảng 10 μ m và lớn hơn thì hiệu quả giảm. Tổn thất áp suất khi đi qua vùng iôn hoá và vùng thu gộp thấp và nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,25 in . WC (từ 37 đến 62 Pa) và tốc độ không khí từ 300 đến 500 fpm (1,5 đến 2,5m/s).

Cần lưu ý vấn đề an toàn vì điện thế sử dụng rất cao và nguy hiểm đến tính mạng con người.