

CHƯƠNG XIII: LỘC BỤI VÀ TIÊU ÂM

13.1 LỘC BỤI

13.1.1 Khái niệm

Độ trong sạch của không khí là một trong những tiêu chuẩn quan trọng cần được khống chế trong các không gian điều hoà và thông gió. Tiêu chuẩn này càng quan trọng đối với các đối tượng như bệnh viện, phòng chế biến thực phẩm, các phân xưởng sản xuất đồ điện tử, thiết bị quang học .. vv

Bụi là những phần tử vật chất có kích thước nhỏ bé khuếch tán trong môi trường không khí.

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.

- *Phân loại bụi*

- *Theo nguồn gốc của bụi*

- + Hữu cơ: Do các sản phẩm nông nghiệp và thực phẩm như thuốc lá, bông vải, bụi gỗ, các sản phẩm nông sản, da, lông súc vật.

- + Bụi vô cơ: Có nguồn gốc từ kim loại, khoáng chất, bụi vô cơ, đất, đá, xi măng, amiăng.

- *Theo kích cỡ hạt bụi:*

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. Theo kích cỡ bụi được phân thành các dạng chủ yếu sau:

- + Siêu mịn: Là những hạt bụi có kích thước nhỏ hơn $0,001\mu\text{m}$. Loại bụi này là tác nhân gây mùi trong các không gian thông gió và điều hoà không khí.

- + Rất mịn : $0,1 \div 1 \mu\text{m}$

- + Mịn : $1 \div 10 \mu\text{m}$

- + Thô : $> 10 \mu\text{m}$

- *Theo hình dáng hạt bụi*

Theo hình dáng có thể phân thành các dạng bụi sau:

- + Dạng mảnh (dạng tấm mỏng)

- + Dạng sợi

- + Dạng khối

- *Tác hại của bụi*

Bụi có nhiều tác hại đến sức khoẻ và chất lượng các sản phẩm

- Đối với sức khoẻ của con người bụi ảnh hưởng đến đường hô hấp, thị giác và ảnh hưởng đến cuộc sống sinh hoạt khác của con người. Đặc biệt đối với đường hô hấp, hạt bụi càng nhỏ ảnh hưởng của chúng càng lớn, với cỡ hạt $0,5 \div 10\mu\text{m}$ chúng có thể thâm nhập sâu vào đường hô hấp nên còn gọi là bụi hô hấp. Mức độ ảnh hưởng của bụi phụ thuộc nhiều vào nồng độ bụi trong không khí (mg/m^3). Nồng độ bụi cho phép trong không khí phụ thuộc vào bản chất của bụi và thường được đánh giá theo hàm lượng ôxit silic (SiO_2).

- Nhiều sản phẩm đòi hỏi phải được sản xuất trong những môi trường hết sức trong sạch. Ví dụ như công nghiệp thực phẩm, công nghiệp chế tạo thiết bị quang học, điện tử ..

- *Nồng độ:*

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

Bảng 13.1. Nồng độ cho phép của bụi trong không khí

Hàm lượng SO ₂ , %	Nồng độ bụi cho phép của không khí trong khu làm việc	Nồng độ bụi cho phép của không khí tuần hoàn
Z > 10	Z _b < 2 mg/m ³	Z _b ≤ 0,6 mg/m ³
2 ÷ 10	2 ÷ 4	< 1,2
< 2	4 ÷ 6	< 1,8
Bụi amiăng	≤ 2	

13.1.2 Thiết bị lọc bụi, phân loại và các thông số đặc trưng của nó

Trong kỹ thuật điều hoà không khí và thông gió thường người ta có trang bị đi kèm theo các hệ thống lọc bụi cho không khí. Có nhiều kiểu thiết bị lọc bụi hoạt động dựa trên nhiều nguyên lý rất khác nhau.

- *Phân loại*

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

- Buồng lắng bụi dạng hộp
- Thiết bị lọc bụi kiểu xi-clon
- Thiết bị lọc bụi kiểu quán tính
- Thiết bị lọc bụi kiểu túi vải.
- Thiết bị lọc bụi kiểu lưới lọc.
- Thiết bị lọc bụi kiểu thùng quay
- Thiết bị lọc bụi kiểu sủi bọt
 - Thiết bị lọc bụi bằng lớp vật liệu rỗng
 - Thiết bị lọc bụi kiểu tĩnh điện

- *Các thông số đặc trưng của thiết bị lọc bụi*

Các thông số đặc trưng cho một thiết bị lọc bụi bao gồm: Hiệu quả lọc bụi, Phụ tải không khí và trở lực của thiết bị lọc bụi.

- *Hiệu quả lọc bụi* η_b . Là tỷ lệ phần trăm lượng bụi được xử lý so với lượng bụi có trong không khí ban đầu.

$$\eta_b = \frac{G'_b - G''_b}{G'_b} \cdot 100\% = \frac{Z'_b - Z''_b}{Z'_b} \cdot 100\%$$

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

Z'_b, Z''_b - Nồng độ bụi vào ra thiết bị trong không khí đầu vào và đầu ra thiết bị,

g/m³

- *Phụ tải không khí*: Lưu lượng lưu thông không khí tính cho 1m² diện tích bề mặt lọc.

$$L_f = \frac{L}{F}, \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2 \quad (13-1)$$

L - Lưu lượng lưu thông không khí, m³/h

F - Diện tích bề mặt lọc bụi, m²

- *Trở lực thủy lực*: Một trong những chỉ tiêu quan trọng của thiết bị lọc bụi là trở lực cục bộ do bộ lọc gây ra đối với dòng không khí khi đi qua nó. Trở lực của bộ lọc được tính theo công thức.

$$\Delta p = \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}, \text{ N/m}^2 \quad (13-2)$$

Trong đó

ξ - Hệ số trở lực cục bộ của bộ lọc;

ρ - Khối lượng riêng của không khí qua bộ lọc, kg/m³ ;

ω - Tốc độ không khí qua bộ lọc, m/s.

- Ngoài ra đối với các bộ lọc bụi còn có các chỉ tiêu đánh giá khác nữa như: Mức tiêu thụ điện năng, giá cả, mức độ gọn vv. . .

13.1.3 Một số thiết bị lọc bụi

13.1.3.1 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 dựa trên:

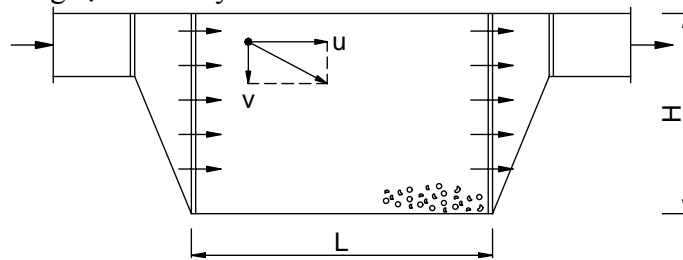
- Giảm tốc độ hỗn hợp không khí và bụi một cách đột ngột khi vào buồng. Các hạt bụi mất động năng và rơi xuống dưới tác dụng của trọng lực.

- Dùng các vách chắn hoặc vách ngăn đặt trên đường chuyển động của không khí, khi dòng không khí va đập vào các tấm chắn đó các hạt bụi bị mất động năng và rơi xuống đáy buồng.

- Ngoặt dòng khí chuyển động trong buồng.

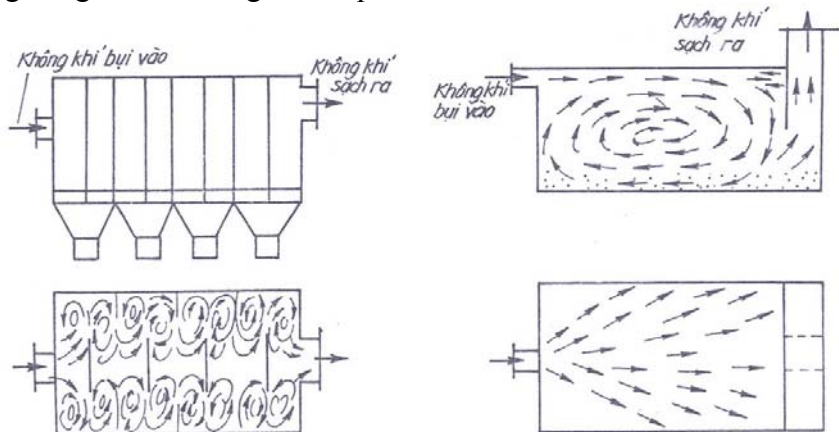
Dưới đây trình bày cấu tạo một số kiểu buồng lắng bụi

* *Buồng lắng bụi loại đơn giản:* Buồng đơn giản có cấu tạo hình hộp, rỗng bên trong, nguyên lý làm việc dựa trên giảm tốc độ đột ngột của dòng không khí khi đi vào buồng. Buồng có nhược điểm là hiệu quả lọc bụi không cao, chỉ đạt $50 \div 60\%$ và phụ tải không lớn do không thể chế tạo buồng có kích thước quá to, tốc độ vào ra buồng đòi hỏi không quá cao. Thực tế ít sử dụng buồng lọc kiểu này.



Hình 13.1. Buồng lắng bụi dạng hộp loại đơn giản

* Buồng lắng bụi nhiều ngăn hoặc một ngăn có tấm chắn khắc phục được nhược điểm của buồng lắng bụi loại đơn giản nên 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 các hạt bụi sẽ mất động năng và rơi xuống. Hiệu quả có thể đạt $85 \div 90\%$.



a) Buồng lắng bụi nhiều ngăn

b) buồng lắng bụi có tấm chắn

Hình 13.2. Các loại buồng lắng bụi

- *Tính toán buồng lắng bụi hình hộp đơn giản*

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

$$L_{\min} = \frac{18 \cdot \mu \cdot L}{\rho_m \cdot d^2 \cdot B}, \text{ m} \quad (13-3)$$

trong đó:

- μ - Độ nhớt động học của không khí, $\text{kg} \cdot \text{s} / \text{m}^2$;
- L - Lưu lượng không khí đi qua buồng lắng, m^3 / s ;
- ρ_m - Trọng lượng đơn vị của bụi, kg / m^3 ;
- 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:

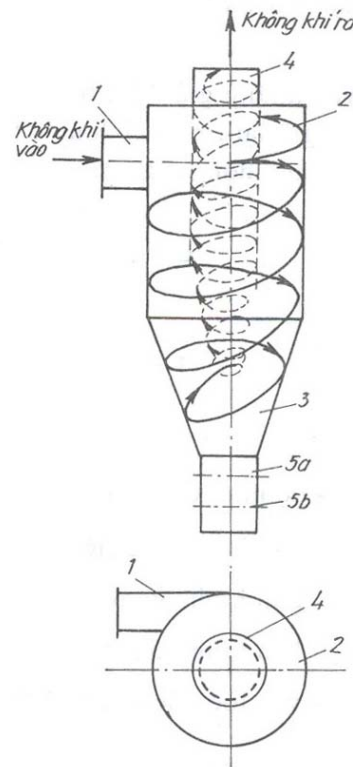
$$d_{\min} = \sqrt{\frac{18 \cdot \mu \cdot L}{\rho_m \cdot B \cdot l}}, \text{ m} \quad (13-4)$$

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.

13.1.3.2 Bộ lọc bụi kiểu xiyclon

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

Nguyên lý làm việc của thiết bị lọc bụi xiyclon 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 xiyclon 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 xiyclon với thùng chứa bụi, không cho không khí lọt ra ngoài.



Hình 13.3. Cấu tạo lọc bụi kiểu xiyclon

- **Tính toán Xiyclon:**

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 xiyclon và bỏ qua lực tác dụng của trọng lực.

3- Hạt bụi được tách ra khỏi không khí sau khi va chạm vào 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:

$$d = 3 \cdot \sqrt{\frac{v}{\pi \cdot n \cdot \Omega} \cdot \frac{\rho_k}{\rho_m} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}}, \text{ m} \quad (13-5)$$

$$\tau = \frac{18 \cdot v}{\Omega^2 \cdot d^2} \cdot \frac{\rho_k}{\rho_m} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}, \text{ s} \quad (13-6)$$

trong đó:

v - Độ nhớt động học của không khí, m^2/s

ρ_k, ρ_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}

n - Số vòng quay của hạt bụi dọc theo chiều cao xyclon

Để nâng cao hiệu quả khử bụi của xyclon người ta các giải pháp sau:

- Sử dụng xyclon có màng nước: Phía trên thân hình trụ có lắp các mũi phun nước. Nước phun theo chiều thuận với chiều chuyển động của không khí trong xyclon và phải tạo ra màng nước mỏng chảy từ trên xuống và láng bề mặt trong của thiết bị. Ống thoát gió ra và ống gió vào đều được lắp theo phương tiếp tuyến ống trụ. Trong quá trình không khí có lẫn bụi chuyển động bên trong trụ, các hạt bụi văng lên bề mặt bên trong xyclon và lập tức bị nước cuốn trôi và theo nước ra ngoài. Khả năng hạt bụi bị bắn trở lại ít hơn rất nhiều so với xyclon kiểu khô.

- Sử dụng xyclon tổ hợp: Lực ly tâm tác động lên hạt bụi tỷ lệ nghịch với đường kính xyclon. Như vậy để tăng hiệu quả lọc bụi, tức tách được các hạt bụi nhỏ cần giảm đường kính xyclon. Tuy nhiên khi giảm đường kính xyclon thì lưu lượng giảm, không đáp ứng yêu cầu. Để giải quyết mâu thuẫn trên người ta sử dụng xyclon tổ hợp hay còn gọi là xyclon chùm. Trong xyclon này người ta ghép từ vài chục đến hàng trăm xyclon con.

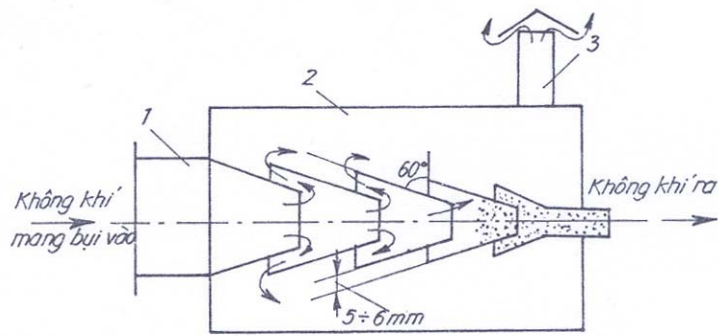
13.2.3.3 Bộ lọc bụi kiểu quán tính

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 13-4 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 phần 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.

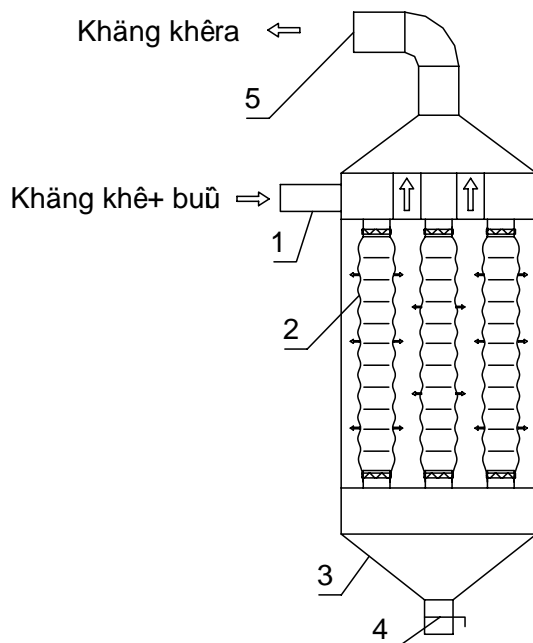
Thiết bị lọc bụi kiểu quán tính có cấu tạo và nguyên lý hoạt động tương đối đơn giản nhưng nhược điểm là hiệu quả lọc bụi thấp, để tăng hiệu quả lọc bụi người ta thường kết hợp các kiểu lọc bụi với nhau, đặc biệt với kiểu lọc kiểu xyclon, hiệu quả có thể đạt $80 \div 98\%$. Phần không khí có nhiều bụi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



Hình 13.4. Cấu tạo lọc bụi kiểu quán tính

13.2.3.4 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.



Hình 13.5. Cấu tạo lọc bụi kiểu túi vải

Qua một thời gian lọc, lượng bụi bám lại bên trong nhiều, khi đó hiệu quả lọc bụi cao đạt 90 ÷ 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 ÷ 180m³/h trên 1m² diện tích bề mặt vải lọc. Khi nồng độ bụi khoảng 30 ÷ 80 mg/m³ thì hiệu quả lọc bụi khá cao đạt từ 96÷99%. Nếu nồng độ bụi trong không khí cao trên 5000 mg/m³ thì cần lọc sơ bộ bằng thiết bị lọc khác trước khi đưa sang bộ lọc túi vải.

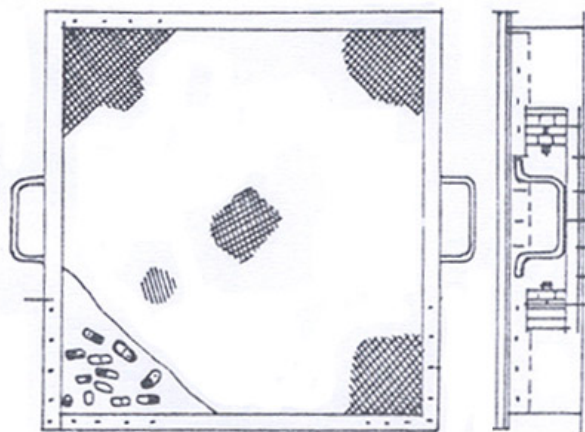
Bộ lọc kiểu túi vải có nhiều kiểu dạng khác nhau, dưới đây trình bày kiểu túi vải thường được sử dụng. Trên hình 13-5 là cấu tạo của thiết bị lọc bụi kiểu túi vải đơn giản. Hỗn hợp không khí và bụi đi vào cửa 1 và chuyển động xoáy đi xuống các túi vải 2, không khí lọt qua túi vải và đi ra cửa thoát gió 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.

13.2.3.5 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, vv. . .

Kích thước của vật liệu đệm càng bé thì khe hở giữa chúng càng nhỏ 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



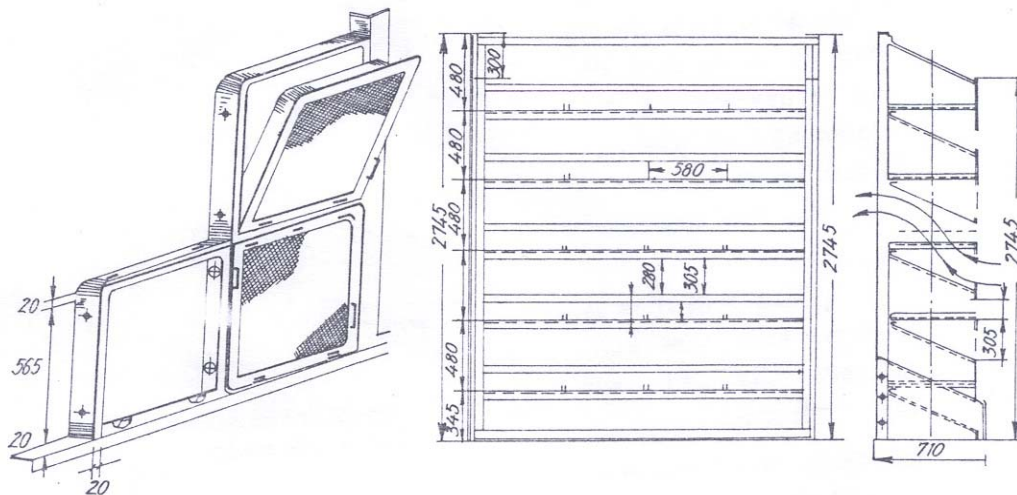
Hình 13.6. Cấu tạo lọc bụi kiểu lưới

Trên hình 13-6 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 vv. . . 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 (hình 13-7).

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

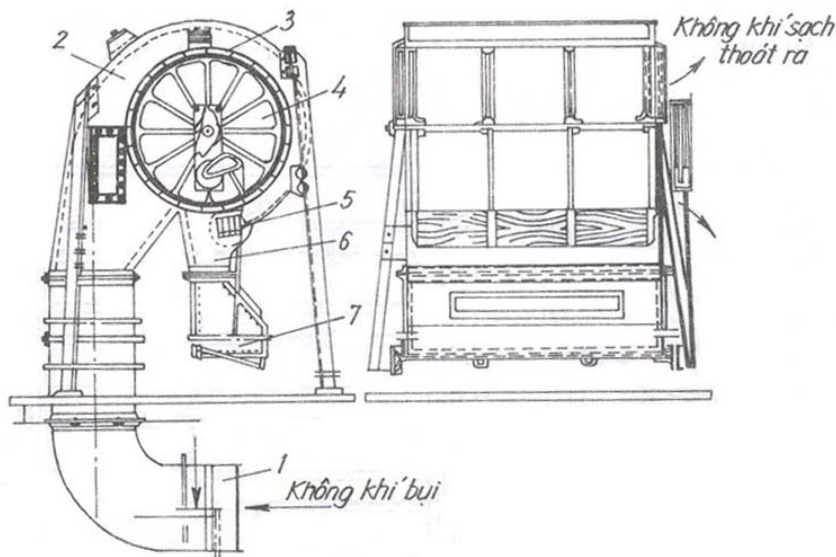


Hình 13.7. Lắp ghép bộ lọc bụi kiểu lưới

13.2.3.6 Bộ lọc bụi kiểu thùng quay

Bộ lọc bụi thùng quay thường được sử dụng trong các nhà máy dệt để lọc bụi bông trong không khí.

Trên hình 13-8 trình bày cấu tạo bộ lọc kiểu thùng quay. Cấu tạo gồm một khung hình trống có quần lưới thép quay quanh trục với tốc độ 1÷2 vòng phút.



Hình 13.8. Lắp ghép bộ lọc bụi kiểu lưới

Tốc độ quay của bộ lọc khá thấp nhờ hộp giảm tốc và có thể điều chỉnh tùy thuộc vào lượng bụi thực tế. Khi quay càng chậm, lượng bụi bám trên bề mặt tang trống càng nhiều, hiệu quả lọc bụi cao nhưng trở lực của thiết bị lớn.

Nguyên lý làm việc của thiết bị như sau: không khí được đưa vào từ phía dưới và xả lên bề mặt ngoài của trống. Không khí đi vào bên trong tang trống, bụi được giữ lại trên bề mặt trống và không khí sạch đi ra hai đầu theo các khe hở 4.

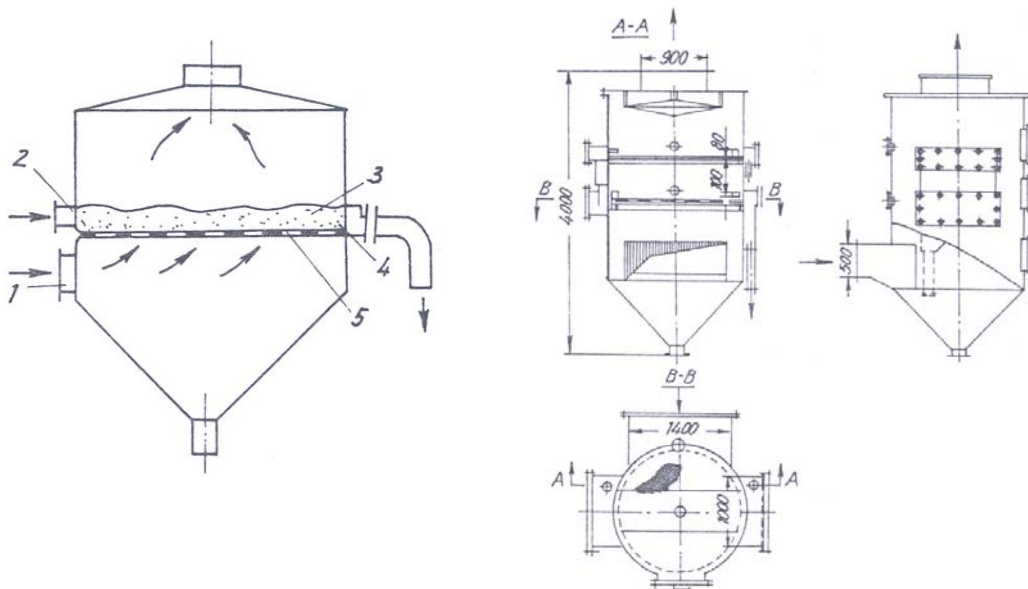
Để tách bụi trên bề mặt trống, người ta sử dụng cơ cấu tách bụi 5, cơ cấu có tác dụng bóc lớp bụi ra khỏi bề mặt và rơi xuống ống 6 về túi gom bụi 7. Ngoài ra người ta có thể sử dụng hệ thống ống hút bụi có miệng hút tỳ lên bề mặt tang trống và hút sạch bụi đưa ra ngoài.

Trong trường hợp trong không khí đầu ra còn lẫn nhiều bụi mịn thì có thể kết hợp với bộ lọc bụi kiểu túi vải đặt phía sau để lọc tinh. Không khí ra thiết bị có hàm lượng bụi thấp cỡ $0,5 \text{ mg/m}^3$, nhưng trở lực khác lớn, có thể lên đến 1000 Pa, phụ tải có thể tới $7000 \div 8000 \text{ m}^3/\text{h}$ cho mỗi bộ lọc.

13.2.3.7 Bộ lọc bụi kiểu sỏi bọt

Thiết bị lọc bụi kiểu sỏi bọt nhằm tạo màng nước, không khí co lẫn bụi đi qua, các hạt bụi bị ướt và được màng nước giữ lại và đưa ra ngoài.

Trên hình 13-9 là cấu tạo của bộ lọc kiểu sỏi bọt. Không khí được đưa vào thiết bị qua ống 1, sau đó nó được thoát lên phía trên qua tấm thép đục lỗ 5 làm cho lớp nước chảy phía trên sỏi bọt. Màng bọt 3 tạo ra sẽ giữ bụi lại. Nước sạch được đưa vào từ ống cấp nước 2 và mang bụi thoát ra ngoài theo ống xả 4. Lớp bọt càng dày thì hiệu quả lọc bụi càng lớn, nhưng tăng trở lực dòng không khí. Bề dày hợp lý của lớp bọt khoảng $80 \div 100 \text{ mm}$ và vận tốc không khí ra khỏi lớp bọt khoảng $2 \div 2,5 \text{ m/s}$ là tối ưu. Nếu tốc độ quá lớn sẽ làm tăng trở lực và có thể cuốn theo cả nước lẫn bụi theo dòng không khí đi ra. Lưu lượng nước cấp khoảng $0,2 \div 0,3$ lít cho 1 m^3 không khí.



a) Bộ lọc bụi túi bọt 1 tầng

b) Bộ lọc bụi nhiều tầng túi bọt

Hình 13.9. Bộ lọc bụi kiểu túi bọt

Nhược điểm của bộ lọc túi bọt là tiêu tốn nước khá nhiều. Để khắc phục nhược điểm này người ta chế tạo thiết bị lọc nhiều tầng, nước tầng trên được đưa xuống tầng dưới. Trong thiết bị này tầng thứ nhất tấm thép được đục lỗ $d = 6\text{mm}$ và bước $s = 12\text{mm}$, tầng dưới đục lỗ $d=8\text{mm}$, bước $s = 16\text{mm}$. Thiết bị lọc bụi nhiều tầng bọt như vậy hiệu quả lọc bụi khá cao, đạt 99,7%, nồng độ bụi trong không khí còn lại khá thấp, dưới 12 mg/m^3 .

13.2.3.8 Bộ lọc bụi làm bằng vật liệu rỗng

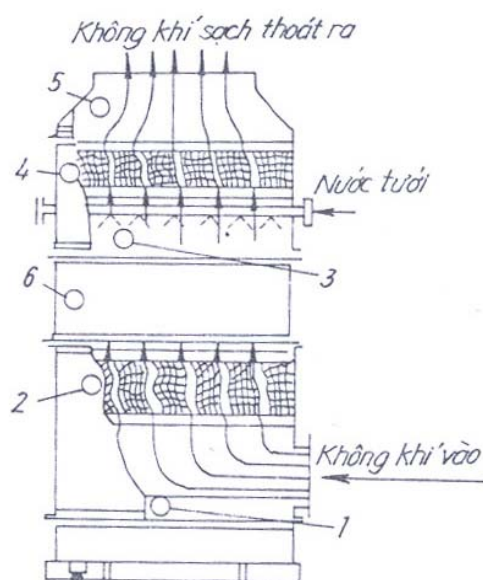
Có nhiều kiểu thiết bị lọc bụi làm bằng vật liệu rỗng, nhưng hiệu quả hơn hẳn là thiết bị kết hợp tưới nước.

Trên hình 13-10 là cấu tạo của thiết bị dạng này. Có 02 lớp vật liệu rỗng bằng nhựa. Không khí đi từ dưới lên, nước được phun từ trên xuống. Các vòi phun nước đặt ngay phía bên dưới lớp vật liệu rỗng phía trên. Lớp vật liệu dưới có tác dụng lọc bụi, lớp trên ngoài tác dụng lọc bụi, còn có nhiệm vụ quan trọng là ngăn cản các giọt nước bị cuốn theo dòng không khí.

Thiết bị lọc bụi kiểu vật liệu rỗng có khả năng khử mùi rất tốt đặc biệt khử các mùi và chất độc hại trong khí thải công nghiệp.

Các thông số kỹ thuật của bộ lọc bụi bằng vật liệu rỗng như sau:

- Vận tốc không khí qua tiết diện ngang thiết bị: $v = 1,8 \div 2,0\text{ m/s}$
- Kích thước hạt bụi có thể lọc $\geq 25\text{ }\mu\text{m}$



Hình 13.10. Bộ lọc bụi bằng vật liệu rỗng

Dưới đây là hiệu quả khử chất độc hại của thiết bị lọc hãng Scrubber United Specialists. Inc (Mỹ):

Bảng 13.2. Hiệu quả khử khí độc của thiết bị lọc hãng Scrubber United Specialists. Inc (Mỹ)

TT	Chất khí	Hiệu quả	Chất lỏng tưới
1	Axit cromic	98 ÷ 99%	Nước
2	Axit axêtic	80 ÷ 90%	“
3	Alkaline	85 ÷ 90%	“
4	Xyanic	80 ÷ 85%	“
5	HCl	75 ÷ 85%	Dung dịch kiềm
6	H ₂ SO ₄ , SO ₃ , SO ₂	95 ÷ 98%	“
7	NO, NO ₂	65 ÷ 85%	“
8	HNO ₃	80 ÷ 90%	“

13.2.3.9 Bộ lọc bụi kiểu hộp xếp hoặc kiểu túi

Nhược điểm của một số loại thiết bị lọc là khi bụi bám trên bề mặt tuy hiệu quả khử bụi được nâng cao nhưng trở lực tăng lên đáng kể, trong nhiều trường hợp trở nên quá lớn làm giảm đáng kể lưu lượng gió tuần hoàn. Để khắc phục nhược điểm đó người ta thiết kế bộ lọc kiểu hộp xếp.

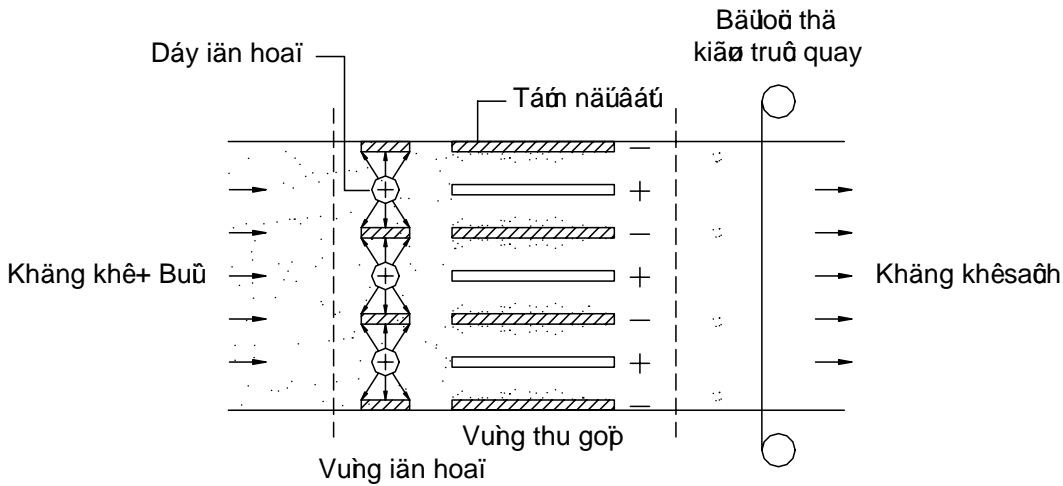
Bộ phận chính của bộ lọc bụi là một tấm lọc bằng vải, giấy lọc hoặc sợi tổng hợp được xếp dích dắc nhờ vậy tăng diện tích thoát gió, đồng thời bụi được ngăn lại trên bề mặt của tấm lọc được dồn về các góc ở cuối túi, trả lại bề mặt cho gió thoát.

Để nâng cao hiệu quả khử bụi người ta ghép nhiều lớp vải lọc có độ mịn khác nhau càng về phía cuối càng mịn.

13.2.3.10 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 13-11. Thiết bị được chia thành 2 vùng: Vùng iôn hoá và vùng thu góp. 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 góp, 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 góp 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 góp sẽ được thu gom nhờ bộ lọc bụi thô kiểu trục quay đặt ở cuối gom lại.



Hình 13.11. 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 góp thấp và nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,25 in. WG (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.

13.2 TIÊU ÂM

13.2.1 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.

13.2.1.1 Các đặc trưng cơ bản của âm thanh

Đặc trưng của nguồn âm bao gồm các đại lượng sau: Công suất âm thanh, áp suất âm, cường độ, độ vang vọng, tần số, tốc độ và hướng

a. Năng lượng âm thanh, cường độ âm thanh, ngưỡng nghe và ngưỡng chói tai.

Nguồn âm thanh phát ra năng lượng dưới dạng âm thanh. Năng lượng âm thanh được đo bằng Watt. Mức năng lượng âm thanh 10^{-12} W được coi như ngưỡng nghe thấy của tai một

người trẻ bình thường có thể cảm nhận được. Độ ồn của nó được coi có giá trị là 0 dB (deciben). Giá trị độ ồn tương ứng với năng lượng âm thanh cho ở bản dưới đây
 Năng lượng âm thanh của các nguồn âm có thể hình dung theo bảng dưới đây.

Bảng 13.3. Tiêu chuẩn độ ồn

STT	Nguồn gây ồn	Công suất W	Độ ồn dB
1	Tiếng nổ của tên lửa	10^8	200
2	Động cơ phản lực (Phía sau động cơ)	10^5	170
3	Máy bay phản lực khi cất cánh	10^4	160
4	Động cơ tua bin khi khởi động	10^3	150
5	Máy bay cánh quạt khi khởi động	10^2	140
6	Âm thanh của đàn organ ống lớn	10^1	130
7	Động cơ máy bay loại nhỏ	10^0	120
8	Tiếng loa radio	10^{-1}	110
9	Ô tô trên đường cao tốc	10^{-2}	100
10	Tiếng hét, tiếng còi	10^{-3}	90
11	Tiếng ồn khi sắp xếp đồ thừa	10^{-4}	80
12	Nói chuyện, trò chuyện	10^{-5}	70
13	Thiết bị điện, quạt thông gió	10^{-6}	60
14	Không khí ra miệng thổi gió trong văn phòng	10^{-7}	50
15	Đồng hồ điện cỡ nhỏ	10^{-8}	40
16	Nói nhỏ, nói thầm, xì xào	10^{-9}	30
17	Tiếng lão xào	10^{-10}	20
18	Hơi thở của con người	10^{-11}	10
19	Ngưỡng nghe thấy	10^{-12}	0

Công suất nguồn âm không thể đo trực tiếp mà được tính toán từ kết quả đo áp suất. Ta hãy hình dung một mặt cầu bao quanh một nguồn gây ồn (nguồn này đặt ở tâm mặt cầu), tất cả năng lượng phát ra từ nguồn ồn đi xuyên qua bề mặt cầu. Công suất nguồn âm qua một đơn vị diện tích bề mặt cầu gọi là cường độ âm thanh, biểu diễn bằng w/m^2 . Cường độ âm thanh tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ bề mặt đến tâm nguồn âm.

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*.

Như vậy ngưỡng nghe là giới hạn dưới và ngưỡng chói tai là giới hạn trên của cường độ âm thanh ứng với một tần số nào đó mà tai người có thể cảm nhận hoặc chịu đựng được.

b. Tần số và độ vang dội (loudness) của âm thanh

Âm thanh lan truyền trong môi trường dưới dạng sóng. Chênh lệch giữa vị trí phía trên và dưới gọi là biên độ và được coi là độ vang của nguồn âm.

Mỗi âm thanh được đặc trưng bởi một tần số dao động của sóng âm. Tần số là số lần dao động trong một giây và được đo bằng Hz. Bình thường tai người cảm thụ được các âm thanh có tần số từ 20÷20.000 Hz.

c. Mức cường độ âm L (dB)

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

$$L = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0}, \text{ dB} \quad (13-7)$$

I - Cường độ âm thanh đang xét, W/m^2

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

d. *Mức áp suất âm (dB)*

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

$$L_p = 10 \lg \frac{p}{p_0}, \text{dB} \quad (13-8)$$

p - Áp suất âm thanh, Pa

p_0 - Áp suất âm thanh ở ngưỡng nghe: $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$

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

Các dải ôcta tần số cụ thể như sau:

Bảng 13.4: Các dải ôcta

STT	Dải ôcta, Hz	Tần số trung bình, Hz
1	45 ÷ 90	63
2	90 ÷ 180	125
3	180 ÷ 355	250
4	355 ÷ 710	500
5	710 ÷ 1400	1000
6	1400 ÷ 2800	2000
7	2800 ÷ 5600	4000
8	5600 ÷ 11.200	8000
9	11.200 ÷ 22.400	16000

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

Bảng 13.5

Tần số (Hz)	Số thức tự ôcta							
	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 *đềxibenA* (dBA) là mức cường độ âm chung của tất cả các dải ôcta tần số đã quy 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.

13.2.1.2 Ảnh hưởng của độ ồn

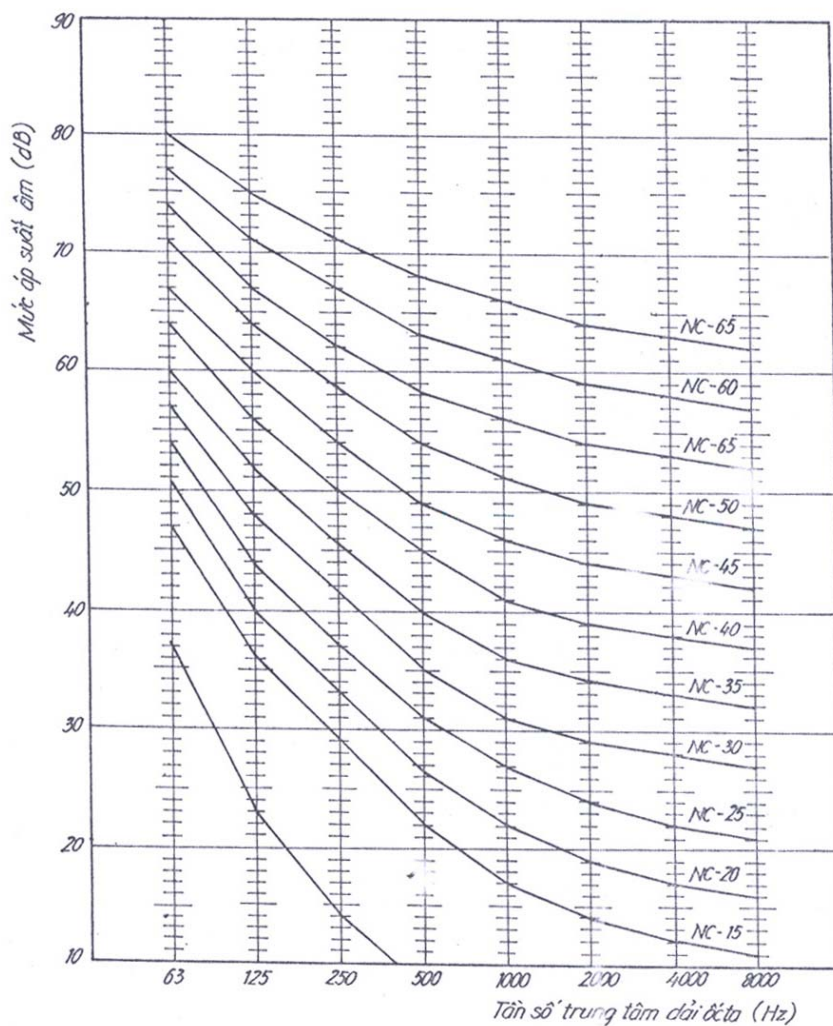
Tiếng ồn có ảnh hưởng nhiều đến sức khỏe con người. Mức độ ảnh hưởng tùy thuộc vào giá trị của độ ồn. Bảng 13-2 dưới đây đưa ra các số liệu về mức độ ảnh hưởng của độ ồn tới sức khỏe của con người.

Bảng 13.6

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

13.2.1.3 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 octa 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 octa tần số



Hình 13.12. Mức ồn cho phép của tiếng ồn dải rộng ở các octa tần số

Trên bảng 13.7 trình bày các tiêu chuẩn NC của các công trình

Bảng 13.7: Tiêu chuẩn độ ồn

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	
a. Phòng riêng	25 ÷ 30
b. Phòng điều trị	30 ÷ 35
c. Phòng mổ	35 ÷ 40
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

13.2.2 Tính toán độ ồn

13.2.2.1 Nguồn gây ồn và các biện pháp tiêu âm chống ồn

1. Các nguồn gây ồn:

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

- a. Nguồn ồn do các động cơ quạt, động cơ, máy lạnh đặt trong phòng gây ra
- b. Nguồn ồn do khí động của dòng không khí.
- c. 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
- d. Nguồn ồn do không khí ra miệng thổi

2. Các biện pháp tiêu âm chống ồn

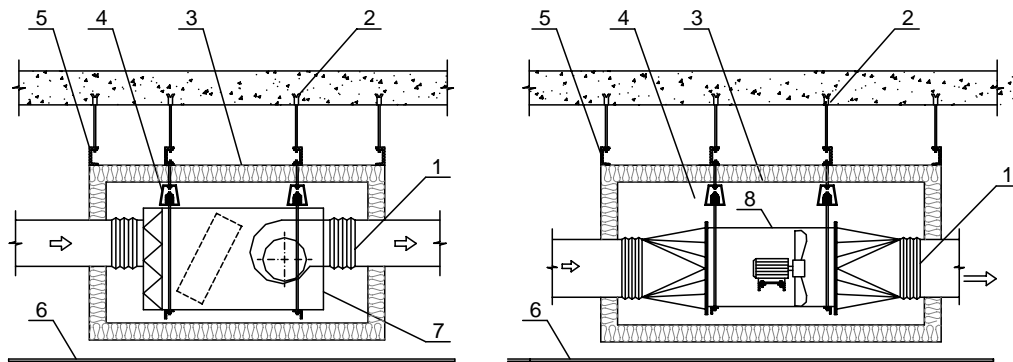
a. Nguồn ồn do các động cơ, thiết bị gây ra.

- Chọn thiết bị (dàn lạnh, FCU, AHU, máy nén . .) có độ ồn nhỏ để lắp đặt trong phòng. Đây là công việc đầu tiên mà các nhà thiết kế cần lưu ý. Độ ồn của hầu hết các thiết bị đã được các nhà sản xuất cho sẵn trong các catalogue và tài liệu kỹ thuật. Tuy nhiên trước khi lắp đặt cần cân chỉnh và kiểm tra lại.

- Lắp đặt các cụm máy và thiết bị ở phòng riêng biệt cách ly khỏi khu vực làm việc. Giải pháp này thường được áp dụng cho các cụm máy lớn, chẳng hạn các AHU, cụm máy máy chiller công suất lớn. Các phòng máy có thể bọc cách âm hoặc không tùy thuộc vào từng trường hợp cụ thể.

- Thường xuyên bảo dưỡng định kỳ các thiết bị, bôi trơn các cơ cấu chuyển động để giảm ma sát giảm độ ồn, cân chỉnh và thay thế các dây đai. Đối với các thiết bị bị hao mòn quá nhiều cần thay thế hoặc sửa chữa.

- Bọc cách âm cụm máy và thiết bị: Trong trường hợp bất khả kháng, khi phải bố trí cụm máy công suất lớn trong phòng hoặc trên các trần giả thì có thể bọc cách âm cục bộ các thiết bị đó (hình13-).



1- Ống nổi mềm; 2- Vít nở; 3- Hộp cách âm; 4- Bộ đệm lò xo giảm chấn; 5- Khung treo; 6- Trần giả; 7- AHU (FCU); 8- Quạt dạng ống

Hình 13.13. Bọc cách âm các thiết bị lắp đặt trong phòng

b. Nguồn ồn do khí động của dòng không khí

Dòng không khí chuyển động với tốc độ cao trên đường ống, đặc biệt qua các chi tiết đặc biệt như các van điều chỉnh, đoạn rẽ nhánh, ngoặt dòng, đoạn mở rộng, thu hẹp dòng vv . . thường tạo ra tiếng ồn đáng kể.

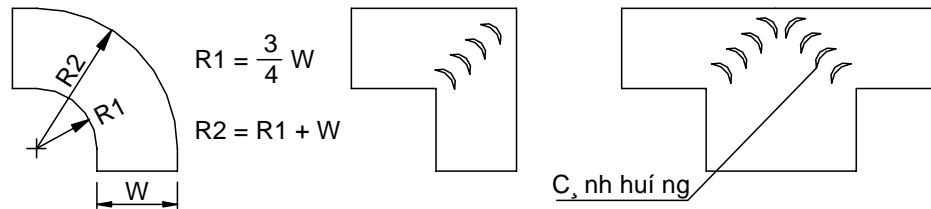
Để khắc giảm độ ồn do dòng không khí chuyển động gây ra cần phải:

- *Chọn tốc độ chuyển động hợp lý.* Về mặt logic mà nói để giảm độ ồn cần giảm tốc độ càng thấp càng tốt. Tuy nhiên khi tốc độ quá thấp, đường ống gió sẽ có kích thước lớn, tăng chi phí đầu tư, tổn thất nhiệt tăng và rất khó lắp đặt. Vì vậy cần chọn tốc độ hợp lý. Tốc độ đó đã được giới thiệu ở chương 9, là kết quả tính toán kinh tế kỹ thuật và có liên quan đến yếu tố gây ồn của dòng không khí. Vì vậy tốc độ hợp lý được chọn theo tính năng của phòng, các phòng đòi hỏi tốc độ thấp là các phòng thu âm, thu lời, phòng phát thanh viên, phòng phom trường, phòng ngủ, thư viện vv . . . Ngược lại trong các phân xưởng, xí nghiệp, nhà hàng, siêu thị có thể chọn tốc độ cao hơn.

Bảng 13.8. Tốc độ gió trên đường ống gió

Khu vực	Độ ồn nhỏ	Ống cấp		Ống nhánh	
		Ống đi	Ống về	Ống đi	Ống về
- Nhà ở	3	5	4	3	3
- Phòng ngủ	5	7,6	6,6	6	5
- Phòng ngủ k.s và bệnh viện					
- Phòng làm việc	6	10,2	7,6	8,1	6
- Phòng giám đốc					
- Thư viện					
- Nhà hát	4	6,6	5,6	5	4
- Giảng đường					
- Văn phòng chung	7,6	10,2	7,6	8,1	6
- Nhà hàng, cửa hàng cao cấp					
- Ngân hàng					
- Cửa hàng bình thường	9,1	10,2	7,6	8,1	6
- Cafeteria					
- Nhà máy, xí nghiệp, phân x	12,7	15,2	9,1	11,2	7,6

- *Thiết kế và lắp đặt các thiết bị đường ống cần tuân thủ các tiêu chuẩn nghiêm ngặt.* Các tiêu chuẩn đó đã được quy định khá chi tiết trong các tài liệu về thiết kế đường ống gió như DW/142 và SMACNA. Đối với các chi tiết đặc biệt cần phải thiết kế theo đúng các tiêu chuẩn kỹ thuật (ví dụ như ở hình 13-4). Ví dụ đối với các cút 90°, bán kính cong ngoài và trong phải đúng theo quy định như trên hình 13-14, trường hợp không uốn cong thì phải có các cánh hướng dòng.



Hình 13.14. Một số chi tiết đường ống

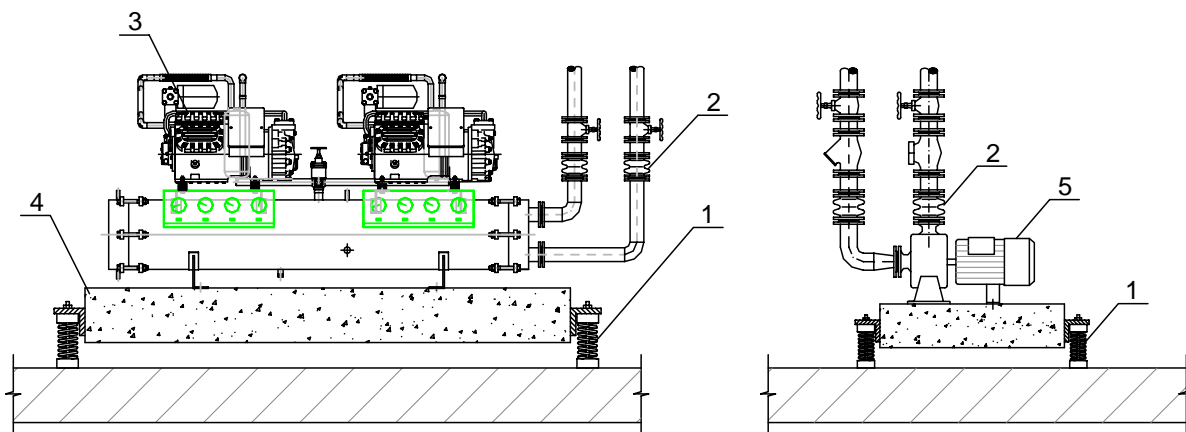
c. Nguồn ồn truyền qua kết cấu xây dựng

- Đối với nguồn gây ồn truyền xuyên qua tường vào phòng. Hầu hết các phòng đều đáp ứng yêu cầu trong điều kiện bình thường. Trong trường hợp yêu cầu độ ồn của phòng nhỏ, có thể tiến hành bọc cách âm bên trong phòng. Chẳng hạn đối với các phòng thu âm, thu lời, phòng phát thanh viên, phòng phim trường ở các đài phát thanh và truyền hình, người ta đều bọc cách âm bên trong.

- 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 trực với các phòng có thể tạo ra chân động, tức là tách biệt hẳn về mặt kết cấu so với phòng làm việc.

- 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 bộ 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. Vì vậy khối lượng và độ căng lò xo cần chọn phù hợp với chấn động mà máy và thiết bị có thể tạo ra.

- Đối với các FCU, AHU và quạt dạng treo, thường người ta treo trên các giá có đệm cao su hoặc lò xo (hình 13-13).



1- Bộ lò xo giảm chấn; 2- Ống nối mềm đường nước; 3- Cụm máy nén; 4- Bộ quán tính

Hình 13.15. Giảm chấn cho cụm máy và bơm đặt trên sàn cao

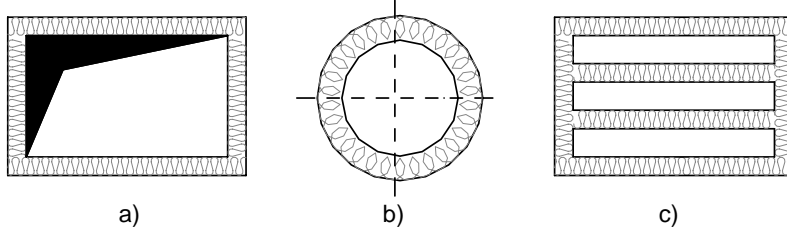
d. Nguồn ồn truyền theo các ống dẫn gió, dẫn nước vào phòng

Các ống dẫn gió, dẫn nước được nối với quạt và bơm là các cơ cấu chuyển động và luôn luôn tạo ra các chấn động gây ồn. Các chấn động này có thể lan truyền theo vật liệu đường ống đi vào phòng cũng có thể tạo nên những âm thanh thứ cấp khác khi lan truyền. Mặt khác các chấn động này cũng có thể gây ra đứt, vỡ đường ống. Để khử các chấn động truyền từ các bơm, quạt, máy nén theo đường ống người ta thường sử dụng các đoạn ống nối mềm bằng cao su, vải bạt nối trên đầu ra của các thiết bị này trước khi nối vào mạng đường ống (hình 13-13 và 13-15).

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 theo dòng không khí. Để khử truyền âm theo cong đường này người ta sử dụng các biện pháp:

- Lắp đặt các hộp tiêu âm trên các đường ống nối vào phòng bao gồm cả đường cấp lẫn đường hồi gió. Có nhiều kiểu hộp tiêu âm, nhưng phổ biến nhất là loại hộp chữ nhật, tròn hoặc dạng tấm (hình 13-16)



a) Hộp tiêu âm chữ nhật; 2- Hộp tiêu âm hình tròn; 3- Hộp tiêu âm dạng tấm

Hình 13.16. Các dạng hộp tiêu âm

- Bọc cách nhiệt bên trong các đường ống. 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.

- Tăng độ dài đường ống bằng cách đặt xa hẳn công trình. Nếu đặt các cụm máy ngay cạnh các phòng với đường ống rất ngắn rất khó tiêu âm trên đường ống, trong nhiều trường hợp bắt buộc phải đặt xa công trình.

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

Nguồn gây ồn truyền theo các khe hở vào phòng là nguồn gây ồn khó xác định, khó xử lý và mang tính ngẫu nhiên. Đối với các phòng bình thường, nguồn gây ồn bên ngoài có thể bỏ qua, chỉ có các phòng đặc biệt người ta sử dụng các biện pháp sau:

- Đối với các phòng bình thường, nếu các nguồn gây ồn bên ngoài không thường xuyên và liên tục thì không cần phải có biện pháp đặc biệt vì các phòng điều hoà thường có độ kín tối thiểu có thể khắc phục được.

- Đối với các phòng đặc biệt đòi hỏi độ ồn nhỏ hoặc trường hợp gần nguồn gây ồn thường xuyên, liên tục và có cường độ lớn thì cần phải bọc cách âm bên trong phòng đồng thời các cửa ra vào, cửa sổ phải được làm kín bằng các đệm cao su, mút.

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. Để giảm độ ồn cần phải:

- Chọn loại miệng hút, miệng thổi gió có độ ồn nhỏ. Các miệng gió kiểu khuếch tán thường có độ ồn khá nhỏ.

- Giảm tốc độ gió vào ra miệng thổi hoặc tăng kích thước của chúng.

13.2.2.2 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:

$$L = 10 \cdot \lg \cdot \sum 10^{0,1L_i} \quad (13-9)$$

- Nếu các nguồn ồn có mức âm giống nhau thì

$$L = L_1 + 10 \lg n \quad (13-10)$$

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:

$$L = K_w + 10.lgV + 20.lgH + C, \text{ dB} \quad (13-11)$$

K_w - Mức cường độ âm riêng (dB) phụ thuộc loại quạt và xác định theo bảng 13-4 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 13-3 dưới đây:

Bảng 13.9. 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 13.10. Trị số K_w của các loại quạt

Loại quạt	Tần số trung tâm, Hz								
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	BF 1
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

BFI - 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

$$L_{pA} = 60 + 11.lg(\text{USTR}), \text{ dBA} \quad (13-12)$$

trong đó:

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

- Đối với máy nén pittông

$$L_{PA} = 71 + 9.lg(USTR), \text{ dB} \quad (13-13)$$

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} (13-7) các giá trị ở bảng dưới đây:

Bảng 13.11

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

4. Đối với bơm nước tuần hoàn

$$L_{PA} = 77 + 10.lgHP, \text{ dB} \quad (13-14)$$

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 $\omega < 10$ 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:

$$L_{af} = K_s + 50.lgV_{con} + 10.lgS + 10.lgD + 10.lgf + K, \text{ dB} \quad (13-15)$$

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 rôi, 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;

$$V_{con} = \frac{V}{S.F_{TL}} \quad (13-16)$$

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:

$$C_{PRE} = \frac{159.10^6 \cdot \Delta P_t}{\left(\frac{V}{S}\right)^2} \quad (13-17)$$

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

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 $F_{TL} = 0,68.C_{PRE}^{-0,15} - 0,22$

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 ôcta, Hz

K – hệ số tra theo đường tuyến tính của kết cấu đường ống, dB (hình 13-17)

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

$$St = 60.D.\omega_{con} = 60.\frac{D.f}{V_{br}} \quad (13-18)$$

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

- Đối với van điều chỉnh:

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

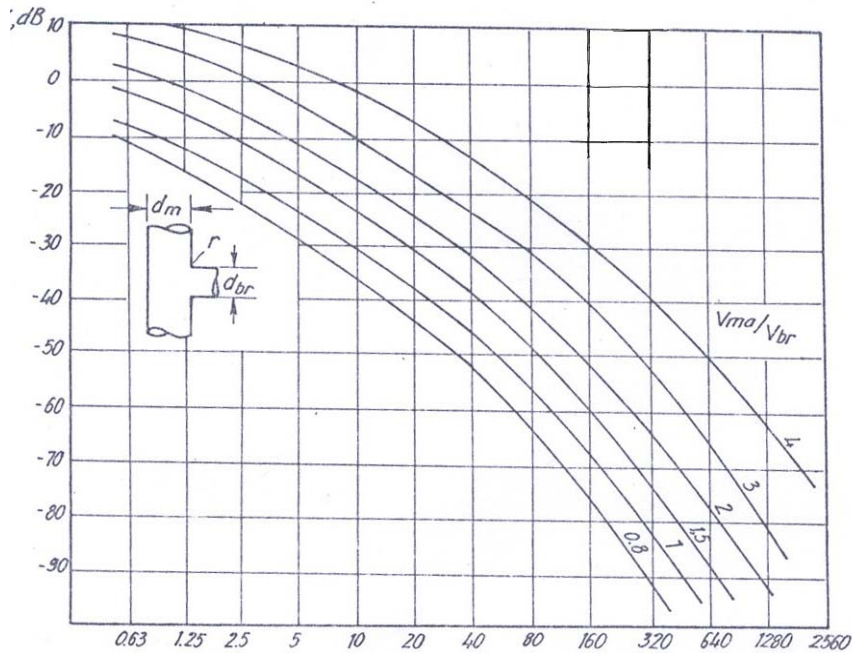
$$K = -1,1 \div 35,9 \lg.St \quad \text{nếu } St \geq 25$$

- Đối với cút cong có cánh hướng dòng

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

- Đối với chỗ chia nhánh giá trị K được xác định theo đồ thị hình 13.17 với

V_{max} là tốc độ dòng khí tại đường ống chính (fpm)



Hình 13.17. 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

Bảng 13.12: Tốc độ đầu ra miệng thổi

Không gian điều hoà	Vận tốc	
	FPM	m/s
1. Phòng studio	300 ÷ 500	1,5 ÷ 2,5
2. Nhà ở, dinh thự	500 ÷ 750	2,5 ÷ 3,8
3. Nhà cho thuê	500 ÷ 750	2,5 ÷ 3,8
4. Nhà thờ	500 ÷ 750	2,5 ÷ 3,8
5. Phòng khách sạn	500 ÷ 750	2,5 ÷ 3,8
6. Nhà hát truyền thống	500 ÷ 750	2,5 ÷ 3,8
7. Văn phòng riêng có khử âm	500 ÷ 750	2,5 ÷ 3,8
8. Văn phòng riêng không khử âm	500 ÷ 800	2,5 ÷ 4,0
9. Nhà hát rối	1000	5,0
10. Văn phòng chung	1000 ÷ 1250	6,35
11. Kho tầng ngầm, lầu trên	1500	7,5
Kho tầng ngầm, tầng chính	2000	10

13.2.2.3 Tổn thất âm trên đường truyền dọc trong lòng ống dẫn.

1. Tổn 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 dàn tất dần 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 song 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 13-6 dưới đây:

Bảng 13.13. Độ giảm âm thanh dB/ft

Tỷ số P/A (in/in ²)	Tần số trung bình dải ốc ta (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 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 13-6.

d. Ống tròn có 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 13-7.

Bảng 13.14. Độ giảm âm thanh dB/ft

Đường kính ống, in	Tần số trung tâm dải ốc ta, 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 lớp hút âm

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

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

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

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

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 $L \geq 10$ ft thì lấy $L = 10$ ft

Bảng 13.15. 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 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 13.16 dưới đây:

Bảng 13.16. 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 vchữ nhật làm giảm tối đa nhưng âm thanh trong dải octa mà tần số trung tâm gần bằng hoặc lớn hơn 125 Hz.

Bảng 13-10 đưa ra các kết quả giảm âm khi dòng không khí đi qua cút chữ nhật có và không có lớp hút âm.

13.17. 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:

$$\Delta L_{WB} = -10 \cdot \lg \frac{A_{br}}{\Sigma A_{br}}, \text{dB}$$

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 13.18. Tổn thất do âm phản hồi cuối đường ống, dB

Chiều rộng ống chính, in	Tần số trung bình của dải ôcta, 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 khuếch tán thì phải trừ đi ít nhất 6 dB

13.2.2.4 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:

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

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:

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

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, m^2

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

$$TL_V = 10 \cdot \lg(W_V/2 \cdot W_R), \text{ dB} \quad (13-15)$$

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:

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

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:

$$TL_R = 10.\lg[fm^2/(a+b) + 17], \text{ dB} \quad (13-17)$$

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

$$TL_R = 20.\lg(mf) - 31, \text{ dB} \quad (13-18)$$

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 13.19. Tổn thất âm khi truyền từ ống ra ngoài TL_R , dB

Kích thước lòng ống, in	Tần số trung tâm dải ồcta, 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 13.20. Tổn thất âm khi truyền vào đường ống TL_V , dB

Kích thước ống, in	Tần số trung tâm dải ồcta, 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 13.20 dưới đây trình bày các tổn thất do truyền âm từ ống dẫn ra ngoài

Bảng 13.21. Tổn thất truyền âm từ ống tròn ra ngoài TL_R , dB

Kích thước và kiểu ống, in	Tần số trung tâm dải ồcta, Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<i>1. Ống ghép dọc</i>								
+ 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 13.21. Tổn thất truyền âm từ ống ôvan ra ngoài TL_R , dB

Kích thước trục axb, in	Tần số trung tâm dải ôcta, 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 13-16 dưới đây:

Bảng 13.22. Tổn thất âm khi đi qua kết cấu xây dựng, dB

Kích thước trục axb, in	Tần số trung tâm dải ôcta, 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 2 9/8 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 13-17:

Bảng 13.23. 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

13.2.2.5 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}

$$L_{pr} = L_{wr} - 5 \cdot \lg V - 3 \cdot \lg f - 10 \cdot \lg r + 25 \quad (13-19)$$

trong đó:

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

V - Thể tích của phòng, ft³

f - Tần số trung tâm của dải ôcta, 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:

$$L_{p5} = L_{ws} - 5 \cdot \lg X - 28 \cdot \lg h + 1,3 \cdot \lg N - 3 \cdot \lg f + 31 \quad (13-20)$$

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, ft²

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 $L_p - L_w$

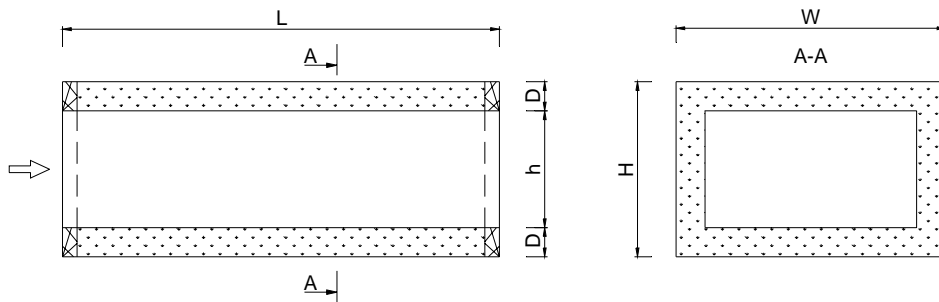
13.2.3 Thiết bị tiêu âm

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

13.18. Cấu tạo hộp tiêu âm

Trên hình 13-2 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 $\Phi 6$, $a=20\text{mm}$
- 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 $100 \div 300\text{mm}$. 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.