

BẢN TIN KHOA HỌC



Số 1/2026 (Số 54)

CƠ KHÍ

ISSN: 2354 - 1164

NĂNG LƯỢNG - MỎ

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

*SÔI ĐỘNG KHÍ THỂ THI ĐUA SẢN XUẤT
ĐẦU XUÂN BÌNH NGỌ*

*Chào
Xuân*
Bình Ngọ
2026

THAN KHOÁNG SẢN
VIỆT NAM

CHUYỂN ĐỔI SỐ
KIẾN TẠO TƯƠNG LAI

2026



CHỊU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG

TRƯỞNG BAN BIÊN TẬP:

TS. Nguyễn Thu Hiền

Viện trưởng Viện Cơ khí

Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

PHÓ TRƯỞNG BAN BIÊN TẬP:

TS. Đỗ Trung Hiếu

Phó Viện trưởng Viện Cơ khí

Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

BAN BIÊN TẬP:

Ks. Lê Việt Hoàng – Ủy viên Thư ký

ThS. Trần Đức Thọ – Ủy viên

TS. Lê Thanh Bình – Ủy viên

ThS. Nguyễn Chân Phương – Ủy viên

TÒA SOẠN:

Địa chỉ: Số 565 đường Nguyễn Trãi, Phường Thanh Liệt, TP Hà Nội

ĐT: (024) 3854 2572 Fax: (024) 3854 3154

Email: info@iemm.com.vn

Giấy phép xuất bản số 40/GP-XBBT ngày 17/7/2024 của Cục Báo chí

MỤC LỤC

Số 1/2026 (Số 54 – Tháng 1-2/2026)

TIN TỨC

- 1 - ĐẨY MẠNH CƠ GIỚI HÓA, TỰ ĐỘNG HÓA, CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG SẢN XUẤT HÀM LÒ4 - ĐOÀN ĐẠI BIỂU TKV DẪNG HƯƠNG TẠI CÁC KHU DI TÍCH LỊCH SỬ NHÂN KỶ NIỆM 95 NĂM NGÀY THÀNH LẬP ĐẢNG CỘNG SẢN VIỆT NAM 3/2 (1930 - 2025)
- 4 - TKV NGHIÊN CỨU ĐỊA ĐIỂM XÂY DỰNG NHÀ MÁY ĐIỆN PHÂN NHÓM CÔNG SUẤT 1 TRIỆU TẤN/NĂM
- 6 - KHÔNG KHÍ KHAI XUÂN BÌNH NGỌ 2026 GẮN KẾT – QUYẾT TÂM – HƯỚNG TỚI DẦU MỐC 45 NĂM XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ – VINACOMIN
- 8 - ĐẢNG ỦY VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ ĐẨY MẠNH TUYÊN TRUYỀN ĐẠI HỘI ĐẢNG TOÀN QUỐC LẦN THỨ XIV

TỰ ĐỘNG HOÁ

- 10 - ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐIỀU KHIỂN BIẾN TẦN VÀ ẮC QUY LITHIUM CHO TÀU ĐIỆN VẬN TẢI MỎ HÀM LÒ: TÍNH NĂNG, LỢI ÍCH VÀ KHẢ NĂNG PHÁT TRIỂN TẠI VIỆT NAM
- 16 - THIẾT KẾ BÀN ĐIỀU KHIỂN TỜI TRỤC MỎ JK 2.5-2.0P VỚI HỆ THỐNG AN TOÀN SONG SONG
- 22 - TỔNG QUAN VỀ CHIẾN LƯỢC CHIA SẼ TẢI (LOAD SHARING) CHO HỆ TRUYỀN ĐỘNG NHIỀU ĐỘNG CƠ SỬ DỤNG BIẾN TẦN (VFD)
- 30 - ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG NGÀNH KHAI THÁC MỎ: TỪ THỰC TIỄN ĐẾN XU HƯỚNG TOÀN CẦU VÀ HỆ SINH THÁI AI – LLM – FRAMEWORK PHỤC VỤ KHAI THÁC MỎ
- 36 - ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ AI NHẬN DIỆN NGƯỜI LAO ĐỘNG BẰNG CAMERA TRONG SẢN XUẤT KHAI THÁC THAN TẠI VIỆT NAM
- 41 - AI VỀ VẤN ĐỀ AN TOÀN

CƠ KHÍ

- 49 - NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG BỘ TIÊU ÂM GIẢM TIẾNG ỒN CỦA QUẠT CỤC BỘ SỬ DỤNG TRONG MỎ THAN HÀM LÒ
- 57 - PHÂN TÍCH TUỔI THỌ MỎI CỦA CẶP BÁNH RĂNG BỘ PHẬN CẮT MÁY KHẤU THAN
- 66 - TÍNH TOÁN THIẾT KẾ, LỰA CHỌN XE PHANH HẮM SỰ CỐ DẠNG BTS CỦA TỜI THUỶ LỰC DI ĐỘNG

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG BỘ TIÊU ÂM GIẢM TIẾNG ỒN CỦA
QUẠT CỤC BỘ SỬ DỤNG TRONG MỎ THAN HÀM LÒ
RESEARCH APPLICATION OF SILENCERS FOR NOISE REDUCTION OF
AUXILIARY VENTILATION FANS USED IN UNDERGROUND COAL MINES**

TS. Đặng Vũ Đình, TS. Lê Văn Lợi

Trường Đại học Mỏ - Địa Chất

Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ-Vinacomin

Tóm tắt: Bài báo nghiên cứu ứng dụng bộ tiêu âm nhằm giảm tiếng ồn của quạt gió cục bộ sử dụng trong mỏ than hầm lò. Trên cơ sở khảo sát quạt FBDN06.0/2×18,5 kW, nghiên cứu phân tích đặc điểm phát sinh tiếng ồn, hiện trạng mức ồn khi quạt làm việc trên mặt đất và trong đường lò, đồng thời so sánh các giải pháp giảm ồn từ nguồn phát, trên đường truyền âm và bảo vệ cá nhân. Kết quả cho thấy khi lắp đặt trong đường lò, mức ồn trung bình của quạt đạt khoảng 91 dB(A), vượt giới hạn cho phép đối với người lao động làm việc liên tục 8 giờ. Trong các giải pháp được xem xét, phương án lắp bộ tiêu âm tại cửa hút và cửa đẩy có tính khả thi cao hơn do kết cấu đơn giản, dễ lắp đặt, phù hợp với không gian hạn chế của đường lò và có thể giảm mức ồn trung bình khoảng 20 dB(A). Hiệu quả giảm ồn đạt được nhờ sự kết hợp giữa vật liệu hấp thụ âm, kết cấu ống tiêu âm và bộ phận dẫn hướng dòng khí. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để cải thiện điều kiện lao động, giảm nguy cơ suy giảm thính lực nghề nghiệp và nâng cao an toàn vệ sinh lao động trong mỏ than hầm lò.

Từ khóa: Mỏ than hầm lò, quạt gió cục bộ, tiếng ồn, tiêu âm, giảm thanh...

Abstract: This paper presents a study on the application of silencers for reducing the noise generated by auxiliary ventilation fans used in underground coal mines. Based on the investigation of the FBDN06.0/2×18.5 kW auxiliary fan, the study analyzes the characteristics and sources of noise generation, evaluates the noise level under both surface and underground roadway operating conditions, and compares different noise reduction solutions including source control, sound transmission reduction, and personal protective measures. The results show that when operating in underground roadways, the average noise level of the fan reaches approximately 91 dB(A), exceeding the permissible limit for workers exposed continuously during an 8-hour shift. Among the considered solutions, the installation of silencers at both the inlet and outlet of the fan demonstrates the highest feasibility due to its simple structure, ease of installation, suitability for confined underground spaces, and the ability to reduce the average noise level by approximately 20 dB(A). The noise reduction effect is achieved through the combined action of sound-absorbing materials, silencer duct structures, and airflow guiding components. The research results provide a scientific basis for improving working conditions, reducing the risk of occupational hearing loss, and enhancing occupational safety and hygiene in underground coal mines.

Keywords: underground coal mine; auxiliary ventilation fan; noise; silencer; noise reduction; occupational safety.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong các mỏ than hầm lò, hệ thống thông gió giữ vai trò đặc biệt quan trọng nhằm cung cấp đủ lượng không khí sạch cho các gương khai thác, hòa loãng khí cháy nổ, khí độc và bụi phát sinh trong quá trình sản xuất, đồng thời bảo đảm điều kiện vi khí hậu và an toàn lao động cho người làm việc dưới hầm lò [1–2]. Trong đó, quạt gió cục bộ là thiết bị được sử dụng phổ biến tại các gương đào lò chuẩn bị, lò chợ ngắn và các khu vực thông gió cục bộ có chiều dài lớn. Tuy nhiên, trong quá trình vận hành, quạt cục bộ thường phát sinh mức tiếng ồn lớn do tác động đồng thời của tiếng ồn khí động học, rung động cơ học của động cơ điện và dao động xoáy của dòng khí trong không gian đường lò kín hẹp.

Theo TCVN 3985:1999, mức ồn cho phép đối với người lao động làm việc liên tục 8 giờ không được vượt quá 85 dB(A) [1]. Đồng thời, QCVN 01:2011/BCT cũng quy định các thiết bị sử dụng trong mỏ hầm lò cần áp dụng các giải pháp giảm tiếng ồn, giảm rung động nhằm hạn chế ảnh hưởng đến sức khỏe và an toàn lao động [2]. Tuy nhiên, kết quả khảo sát thực tế tại nhiều mỏ than hầm lò thuộc vùng Quảng Ninh cho thấy mức ồn của các quạt gió cục bộ trong quá trình làm việc thường dao động từ 88–95 dB(A), vượt giới hạn cho phép và gây ảnh hưởng trực tiếp đến người lao động vận hành, đặc biệt tại các khu vực có thời gian tiếp xúc kéo dài.

Nhiều nghiên cứu cho thấy tiếng ồn tần số thấp và tiếng ồn liên tục trong môi trường công nghiệp có thể gây suy giảm thính lực nghề nghiệp, rối loạn thần kinh, tăng huyết áp, giảm khả năng tập trung và gia tăng nguy cơ mất an toàn lao động [4–5]. Đối với môi trường mỏ hầm lò, do không gian đường lò kín và có khả năng phản xạ âm mạnh, sóng âm dễ hình thành hiện tượng cộng hưởng và chồng lấp âm thanh, làm cho mức độ ô nhiễm tiếng ồn nghiêm trọng hơn so với điều kiện mặt bằng công nghiệp thông thường.

Hiện nay, các nghiên cứu giảm tiếng ồn

quạt thông gió chủ yếu tập trung vào ba hướng chính gồm: giảm ồn tại nguồn phát, giảm ồn trên đường truyền và sử dụng phương tiện bảo vệ cá nhân [6–8]. Trong đó, giải pháp sử dụng bộ tiêu âm hấp thụ kết hợp dẫn hướng dòng khí được đánh giá là phù hợp hơn đối với điều kiện mỏ hầm lò do có kết cấu tương đối đơn giản, dễ lắp đặt, ít ảnh hưởng đến hệ thống vận tải và không làm thay đổi đáng kể chế độ làm việc của quạt. Một số nghiên cứu của Trung Quốc và Nga đã chỉ ra rằng việc sử dụng bộ tiêu âm dạng hấp thụ kết hợp vật liệu sợi thủy tinh và cấu trúc dẫn dòng có thể làm giảm từ 15–30 dB(A) tiếng ồn của quạt hướng trục công suất nhỏ và trung bình [7–9].

Tuy nhiên, tại Việt Nam, các nghiên cứu chuyên sâu về đặc tính tiếng ồn của quạt cục bộ mỏ hầm lò và ứng dụng bộ tiêu âm phù hợp với điều kiện khai thác thực tế còn tương đối hạn chế. Phần lớn các quạt cục bộ hiện nay chủ yếu được lựa chọn theo lưu lượng và áp suất gió, trong khi yếu tố tiếng ồn chưa được xem xét đầy đủ trong quá trình thiết kế, lựa chọn và vận hành thiết bị. Đồng thời, các nghiên cứu đánh giá hiệu quả giảm tiếng ồn của bộ tiêu âm trong điều kiện làm việc thực tế dưới hầm lò vẫn chưa nhiều.

Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn nêu trên, nghiên cứu này lựa chọn quạt gió cục bộ FBDN06.0/2×18.5 kW làm đối tượng nghiên cứu, tiến hành khảo sát đặc điểm phát sinh tiếng ồn, phân tích cơ chế lan truyền âm thanh trong đường lò và nghiên cứu ứng dụng bộ tiêu âm hấp thụ kết hợp dẫn hướng khí nhằm giảm mức độ tiếng ồn của quạt trong điều kiện làm việc thực tế. Kết quả nghiên cứu là cơ sở phục vụ đánh giá hiệu quả giảm ồn, cải thiện môi trường lao động và nâng cao mức độ an toàn – vệ sinh công nghiệp trong các mỏ than hầm lò thuộc TKV.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm và tác hại của tiếng ồn quạt gió cục bộ

Tiếng ồn do quạt thông gió cục bộ tạo ra là tiếng ồn tần số thấp, do không gian dưới lòng đất tương đối nhỏ nên sóng âm không được khuếch tán tốt, những người làm việc trong môi trường có tiếng ồn của quạt trong một thời gian (làm việc 8 tiếng) sẽ bị ù tai, đau đầu, khó chịu, giảm thính giác tạm thời, cảm thấy chán nản với công việc;

Ở trong môi trường này trong một thời gian dài sẽ gây ra những tổn thương không thể phục hồi đối với thính giác của con người, đồng thời cũng gây ra những ảnh hưởng xấu đến hệ thống tim mạch, hệ thần kinh và hệ thống nội tiết của con người. Các nhà khoa học đã khẳng định, làm việc trong môi trường ồn thời gian dài dễ mắc bệnh cao huyết áp, tim mạch, các chuyên gia gọi ô nhiễm tiếng ồn là “chất độc mãn tính chết người”.

Tiếng ồn của quạt gió cục bộ trong mỏ hầm lò có đặc điểm khác với tiếng ồn công nghiệp thông thường do bị chi phối bởi không gian đường lò hẹp, kín, có khả năng phản xạ âm mạnh và thời gian tiếp xúc của người lao động kéo dài. Nguồn ồn chủ yếu bao gồm tiếng ồn khí động do dòng khí tốc độ cao qua bánh công tác, tiếng ồn cơ học do động cơ và ổ lăn, tiếng ồn rung động kết cấu vỏ quạt và tiếng ồn thứ cấp do dòng xoáy tại cửa hút, cửa đẩy. Theo TCVN 3985:1999, mức ồn tại vị trí làm việc trong ca 8 giờ không được vượt quá 85 dB(A), mức cực đại không vượt quá 115 dB(A). QCVN 24:2016/BYT cũng quy định mức tiếp xúc cho phép với tiếng ồn tại nơi làm việc và được ban hành kèm Thông tư 24/2016/TT-BYT, có hiệu lực từ ngày 01/12/2016. Vì vậy, tiếng ồn quạt cục bộ không chỉ là vấn đề tiện nghi lao động mà còn là yếu tố nguy cơ nghề nghiệp cần được kiểm soát bằng giải pháp kỹ thuật.

2.2. Hiện trạng tiếng ồn quạt gió cục bộ

Trong các mỏ khai thác than hầm lò tại Việt Nam, quạt cục bộ được sử dụng chủ yếu để phục vụ các công tác sau:

+ Thông gió cho các gương đào lò xây dựng cơ bản và chuẩn bị sản xuất;

+ Thông gió cho các khu vực khai thác gương lò ngắn (ngang nghiêng/dọc vỉa phân tầng, buồng thượng/buồng cột, đào lò lấy than).

Các vị trí nêu trên chủ yếu áp dụng phương pháp thông gió đẩy bằng các quạt cục bộ hướng trực. Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn quạt cục bộ loại mới FBDN⁰ 6.0/2*18.5 kW làm đối tượng và mô hình máy đo YSD130 để kiểm tra mức độ gây ồn.

(1) Trong thử nghiệm không tải trên mặt đất, các giá trị được đo ở trạng thái không tải của quạt như sau:

Bảng 1. Giá trị độ ồn của quạt thử nghiệm trên mặt đất

Vị trí kiểm tra	Cửa vào quạt (cách 0.5m)	Giữa 2 động cơ điện	Cửa ra quạt (cách 0,5m)
Giá trị độ ồn	79 dB(A)	81 dB(A)	81 dB(A)

Giá trị tiếng ồn được ghi trên bảng tên của quạt cục bộ là $\leq 85\text{dB(A)}$.

(2) Lắp đặt quạt thử nghiệm này trong đường lò (đường lò đầu vào) của khu vực khai thác cách bãi đậu xe 50 m, treo nó trên nóc lò bằng dây neo và cung cấp gió sạch cho khu vực đường lò với khoảng cách là 800 m, các giá trị đo được như sau:

Bảng 2. Giá trị độ ồn của quạt thử nghiệm tại đường lò

Vị trí kiểm tra	Cửa vào quạt (cách 0.5m)	Giữa 2 động cơ điện	Cửa ra quạt (cách 0,5m)
Giá trị độ ồn	88 dB(A)	92 dB(A)	91 dB(A)

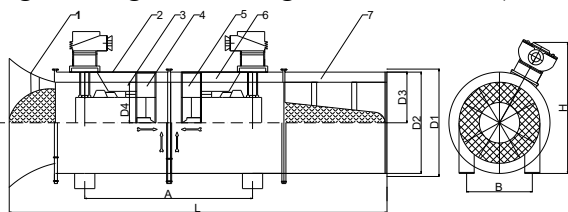
Mức trung bình là 91dB(A), nằm trong phạm vi cường độ âm vượt quá ngưỡng âm của con người.

Kết quả đo trong tài liệu cho thấy khi thử nghiệm không tải trên mặt đất, mức ồn tại các vị trí cửa vào, giữa hai động cơ và cửa ra của quạt đạt 79–81 dB(A), thấp hơn giới hạn 85 dB(A).

Tuy nhiên, khi lắp đặt trong đường lò, mức ồn tăng lên 88–92 dB(A), giá trị trung bình khoảng 91 dB(A), vượt ngưỡng cho phép đối với ca làm việc 8 giờ. Điều này chứng tỏ mức ồn thực tế không chỉ phụ thuộc vào bản thân quạt mà còn chịu ảnh hưởng rõ rệt của điều kiện lắp đặt dưới hầm lò, đặc biệt là phản xạ âm từ vách lò, dòng khí qua ống gió dài, rung động treo quạt và hiện tượng cộng hưởng trong không gian kín. Do đó, đánh giá tiếng ồn của quạt chỉ dựa trên thông số ghi trên nhãn thiết bị là chưa đủ; cần đo kiểm trong điều kiện vận hành thực tế để lựa chọn giải pháp giảm ồn phù hợp.

2.3. Phân tích đặc điểm tiếng ồn do quạt cục bộ gây ra

Các quạt cục bộ tại các mỏ than hầm lò trong TKV hiện nay chủ yếu là quạt hướng trục, có công suất, đường kính bánh công tác nhỏ, góc lắp cánh cố định để phù hợp với điều kiện sử dụng. Cấu tạo chung của quạt gió cục bộ hiện nay đang sử dụng nhiều trong các mỏ hầm lò (hình 1)



1- Bộ dẫn dòng khí đầu vào; 2- Bộ giảm thanh đầu vào; 3- Động cơ phòng nổ;
4- Bánh công tác cấp 1; 5- Bánh công tác cấp 2 (với quạt 2 cấp); 6- Bộ giảm thanh đầu ra.
7- Bộ dẫn dòng khí đầu ra

Hình 1. Cấu tạo chung của quạt gió cục bộ

(1) Khi quạt cục bộ làm việc, động cơ kép sẽ rung động và tạo ra tiếng ồn tần số thấp;

(2) Áp suất gió của nguồn cung cấp không khí làm cho không khí tạo ra dòng xoáy và tạo ra tiếng ồn; nó được trộn lẫn với tiếng ồn rung chấn của quạt, đây cũng là lý do khiến tiếng ồn lớn hơn từ thân máy đi đến vùng lân cận của đầu ra của quạt gió;

(3) Không gian trong đường lò dưới lòng đất tương đối hẹp, sóng âm thanh khi truyền ra

ngoài bị phản xạ bởi các bức tường của đường lò, hình thành chồng chất âm thanh.

Về bản chất, tiếng ồn của quạt hướng trục cục bộ gồm hai nhóm chính: tiếng ồn khí động và tiếng ồn cơ học. Tiếng ồn khí động phát sinh do sự tương tác giữa cánh quạt và dòng khí, sự thay đổi áp suất tuần hoàn, xoáy tách dòng tại mép cánh, dòng chảy rối tại cửa hút và cửa đẩy. Đây thường là thành phần chiếm ưu thế đối với quạt lưu lượng lớn. Tiếng ồn cơ học phát sinh từ rung động động cơ, ổ lăn, mất cân bằng rôto, sai lệch lắp ráp và truyền rung qua vỏ quạt. Trong môi trường đường lò, các sóng âm này bị phản xạ nhiều lần bởi vách lò, nền lò và nóc lò, làm tăng mức áp suất âm tổng hợp tại khu vực làm việc. Vì vậy, giải pháp giảm ồn hiệu quả không nên chỉ tập trung vào bản thân động cơ, mà cần xử lý đồng thời đường truyền âm tại cửa hút, cửa đẩy và dòng khí xoáy của quạt.

2.4. Phân tích so sánh các biện pháp giảm ồn của quạt

2.4.1 Giải pháp giảm ồn từ nguồn gây ồn

Giải pháp truyền thống giảm ồn từ nguồn gây ồn, theo nguyên tắc cách ly và ngăn chặn tiếng ồn, cách ly nguồn gây ồn (quạt) để giảm tiếng ồn, tạo hộp cách âm theo kích thước bên ngoài của quạt gió, đặt quạt vào hộp và bịt kín nguồn gây ồn trong một không gian tương đối nhỏ để giảm tiếng ồn phát ra từ nguồn gây ồn truyền ra môi trường xung quanh. Sau khi đo kiểm, tiếng ồn giảm 28dB(A) so với trước khi lắp đặt. Tuy nhiên, nhược điểm là hộp giảm thanh tương đối lớn, không thể treo trên nóc lò, do không gian dưới các đường lò có hạn, ảnh hưởng đến người đi bộ và thiết bị vận tải, nếu là buồng đặc biệt thì khối lượng công trình lớn, giá thành cao cao, và việc bảo trì, bảo dưỡng quạt không thuận tiện.

Giải pháp cách âm bao kín nguồn ồn có thể mang lại hiệu quả giảm ồn lớn, theo tài liệu thử nghiệm có thể giảm khoảng 28 dB(A). Tuy nhiên, giải pháp này không phù hợp tối ưu với quạt cục bộ trong mỏ hầm lò do kích thước công

kênh, khó treo lắp trên nóc lò, chiếm dụng tiết diện đường lò và gây bất lợi cho công tác vận tải, đi lại, kiểm tra và bảo dưỡng thiết bị. Ngoài ra, việc bao kín quạt có thể ảnh hưởng đến tản nhiệt động cơ và làm tăng nguy cơ tích tụ nhiệt nếu thiết kế thông gió phụ không hợp lý. Do đó, mặc dù hiệu quả âm học cao, phương án này chỉ phù hợp với các trạm quạt cố định hoặc khu vực có không gian bố trí riêng, không nên áp dụng đại trà cho quạt cục bộ di động trong đường lò.

2.4.2 Giải pháp giảm ồn từ đường truyền âm

Giải pháp thứ hai là sử dụng vật liệu tiêu âm, giảm chấn để hấp thụ tiếng ồn, đồng thời thiết kế, lắp đặt các bộ phận làm lệch hướng tại các cửa hút gió, thoát gió để ngăn dòng xoáy gây ồn. Biện pháp cụ thể là: lắp thêm các ống tiêu âm ở hai đầu cửa hút gió và cửa gió ra của quạt (hình 2).



Hình 2. Bộ tiêu âm lắp đặt trên nóc lò

Kích thước kết cấu của bộ tiêu âm và nguyên lý giảm ồn: vỏ ngoài của ống tiêu âm được hàn thành hình ống bằng tấm lạnh dày 1,2 mm, bên trong và bên ngoài được phun vật liệu hấp thụ và giảm âm, lớp vỏ bên trong được cố định bằng tấm pannel xốp (nhiều lỗ) mạ kẽm 0,8 mm, cố định bằng móc neo, lớp vỏ bên trong và bên ngoài được làm đầy bằng vải sợi thủy tinh và bông hấp thụ âm thanh; Ống giảm thanh ở phía hút gió dài khoảng 1,5 m, đường kính trong 610 mm (lớn hơn một chút so với đường kính trong của quạt) và đường kính ngoài khoảng 860 mm, 1 đầu có lưới che và 1 đầu gắn mặt bích (liên kết

với mặt bích của quạt), được thiết kế bộ phận dẫn hướng hình trụ bên trong; Ống giảm thanh ở phía đầu ra dài khoảng 1,8 m, đường kính trong và ngoài giống như đường kính ở phía đầu vào, một đầu có mặt bích để nối với mặt bích của quạt, đầu còn lại 600 mm để đóng nối với xi lanh khí áp suất chính, một bộ dẫn hướng hình trụ được lắp bên trong.

Trên bộ dẫn hướng có các lỗ hấp thụ âm thanh và bên trong bộ dẫn hướng được lấp đầy bằng bông hấp thụ âm thanh và bông sợi thủy tinh để giảm và hấp thụ tiếng ồn của dòng xoáy không khí. Một phần tiếng ồn do rung động của động cơ tạo ra được bông tiêu âm và vật liệu giảm âm hấp thụ khi đi qua thùng tiêu âm, phần sóng âm thanh còn lại được phản xạ và hấp thụ nhiều lần bởi ống giảm thanh và lan rộng ra ngoài, làm giảm thiểu sự chồng chất của tiếng ồn. Độ ồn đo được thấp hơn trung bình 20dB(A) so với trước khi lắp đặt thiết bị.



Hình 3. Quạt gió kèm tiêu âm loại FBDNO6.0/2x18.5 kW

Quạt gió cục bộ phòng nổ kèm ống giảm thanh FBDNO6.0/2x18.5. (sử dụng điện áp 380V/660V). Quạt hướng trục phòng nổ chủ yếu được sử dụng cho các quạt gió cục bộ, trong các mỏ than có nguy cơ cháy nổ khí.

- Quạt gió cục bộ phòng nổ kèm ống giảm thanh 380 V/660 V FBDNO6.0 / 2X18.5. Nó là 1 loạt quạt có bộ giảm âm, động cơ chính hạng nhất, động cơ chính thứ cấp và bộ giảm âm không khí. Thân máy và kết cấu được hàn bằng thép tấm. Động cơ và bánh công tác được kết nối trực tiếp, truyền động đáng tin cậy, cấu trúc tổng thể đơn giản và nhỏ gọn, bền và bền, sử dụng an toàn và dễ bảo trì.

- Động cơ truyền động của quạt và vỏ quạt

được kết hợp thành một, loại bỏ tấm lắp của động cơ và tản nhiệt và tản nhiệt của động cơ, và cấu trúc nhỏ gọn hơn và đường dẫn dòng chảy trơn tru hơn. Do đó, nó có tiếng ồn thấp hơn và hiệu quả hoạt động cao hơn.

- Nó áp dụng lý thuyết khí động học dòng chảy tiên tiến quốc tế, sự kết hợp giữa thiết kế và sản xuất công nghệ cao như cánh cong và kết hợp giữa lưỡi dao trực giao và cánh gió, và có trình độ tiên tiến trong và ngoài nước.

- Nó có đặc điểm cấu trúc nhỏ gọn, độ ồn thấp, hiệu quả cao, hiệu quả chống gió tốt, áp lực gió cao, hoạt động ổn định trong khu vực dòng chảy nhỏ, phạm vi ứng dụng rộng và hiệu quả cao. Theo chiều dài của bề mặt đường hầm và các yêu cầu thông gió khác nhau của đường, nó có thể được sử dụng cả trong toàn bộ máy và trong các giai đoạn, do đó giảm tiêu thụ năng lượng. Bảo tồn năng lượng là thiết bị lý tưởng cho thông gió cục bộ đường dài trong các mỏ.

Giải pháp lắp bộ tiêu âm tại cửa hút và cửa đẩy là phương án có tính khả thi cao hơn trong điều kiện mỏ hầm lò. Bộ tiêu âm làm việc theo nguyên lý kết hợp hấp thụ âm và điều chỉnh dòng khí: vật liệu xốp, bông sợi thủy tinh và lớp ống đục lỗ hấp thụ một phần năng lượng âm; kết cấu dẫn hướng làm giảm xoáy khí và hạn chế dao động áp suất tại cửa quạt. Theo kết quả trong bài báo, sau khi lắp bộ tiêu âm, mức ồn trung bình giảm khoảng 20 dB(A), đây là mức giảm đáng kể về mặt kỹ thuật và có ý nghĩa trực tiếp đối với bảo vệ sức khỏe người lao động. Ưu điểm của phương án này là kết cấu tương đối đơn giản, có thể chế tạo trong nước, dễ lắp ghép với mặt bích quạt, không làm thay đổi lớn bố trí thiết bị và phù hợp với điều kiện sử dụng trong đường lò. Tuy nhiên, khi thiết kế cần kiểm soát tổn thất áp suất qua bộ tiêu âm, vì nếu sức cản khí động tăng quá lớn sẽ làm giảm lưu lượng gió cấp cho gương lò.

2.4.3. Giải pháp giảm ồn tại chỗ

Giải pháp thứ ba là sử dụng phương tiện bảo vệ cá nhân (mũ bảo hiểm, nút bịt tai): ưu điểm là chi phí thấp và bảo vệ thính giác cho

người lao động tốt hơn; Điều bất lợi là sau khi công nhân đeo nút bịt tai, họ thường bị điếc và các cuộc gọi điện thoại chỉ dẫn, các cảnh báo bằng giọng nói khác nhau cũng như giao tiếp giữa các cá nhân đều bị ảnh hưởng, gây ra những nguy cơ tiềm ẩn mất an toàn đối với công tác sản xuất.

Sử dụng nút tai, chụp tai hoặc mũ bảo vệ có khả năng giảm tác động của tiếng ồn đến người lao động, chi phí thấp và dễ triển khai. Tuy nhiên, đây chỉ là biện pháp bảo vệ thụ động, không làm giảm mức ồn trong môi trường làm việc. Trong mỏ hầm lò, nếu người lao động đeo thiết bị bảo vệ thính giác liên tục, khả năng nghe tín hiệu cảnh báo, liên lạc bằng giọng nói và nhận biết tình huống nguy hiểm có thể bị suy giảm. Vì vậy, phương án này chỉ nên xem là biện pháp bổ trợ, không thể thay thế các giải pháp kỹ thuật giảm ồn tại nguồn và trên đường truyền âm.

2.4.4. Đề xuất lựa chọn giải pháp kỹ thuật

Trên cơ sở so sánh ba nhóm giải pháp, phương án lắp bộ tiêu âm tại cửa hút và cửa đẩy của quạt cục bộ được xem là phù hợp nhất với điều kiện mỏ hầm lò. Phương án này cân bằng được ba yêu cầu: hiệu quả giảm ồn, tính khả thi lắp đặt và không ảnh hưởng lớn đến không gian đường lò. Đối với quạt FBDN06.0/2×18.5 kW, nên ưu tiên kết cấu tiêu âm dạng ống, có lớp vật liệu hấp thụ âm bên trong, lớp vỏ đục lỗ bảo vệ vật liệu tiêu âm và bộ phận dẫn hướng dòng khí nhằm giảm xoáy. Khi áp dụng trong thực tế, cần kiểm tra đồng thời hai chỉ tiêu: mức giảm ồn dB(A) và sự thay đổi lưu lượng – áp suất gió sau khi lắp bộ tiêu âm. Đây là điểm cần bổ sung để bài báo có tính kỹ thuật chặt chẽ hơn, vì giảm ồn nhưng làm suy giảm thông gió thì không đạt yêu cầu an toàn mỏ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả đo kiểm cho thấy tiếng ồn của quạt cục bộ FBDN06.0/2×18.5 kW trong điều kiện mặt đất đạt 79–81 dB(A), thấp hơn giới hạn cho phép đối với vị trí làm việc 8 giờ. Tuy nhiên, khi

quạt được lắp đặt trong đường lò, mức ồn tăng lên 88–92 dB(A), giá trị trung bình khoảng 91 dB(A), vượt giới hạn 85 dB(A). Sự gia tăng này cho thấy môi trường hầm lò có ảnh hưởng đáng kể đến đặc tính lan truyền âm, trong đó phản xạ âm từ vách lò, dòng khí qua ống gió và rung động kết cấu treo quạt là các yếu tố làm tăng mức áp suất âm tại khu vực làm việc.

So sánh các phương án giảm ồn cho thấy giải pháp bao kín nguồn ồn có hiệu quả giảm ồn lớn nhưng không phù hợp với điều kiện không gian hạn chế của đường lò. Phương án bảo vệ cá nhân tuy dễ áp dụng nhưng chỉ giảm mức phơi nhiễm của người lao động, không xử lý được nguồn gây ồn và có thể ảnh hưởng đến liên lạc an toàn. Trong khi đó, giải pháp lắp bộ tiêu âm ở cửa hút và cửa đẩy có hiệu quả giảm ồn trung bình khoảng 20 dB(A), đồng thời có tính khả thi cao hơn về chế tạo, lắp đặt và vận hành.

Về cơ chế, hiệu quả giảm ồn của bộ tiêu âm đạt được nhờ sự kết hợp giữa hấp thụ âm và ổn định dòng khí. Lớp bông tiêu âm, sợi thủy tinh và tấm đục lỗ có tác dụng hấp thụ một phần năng lượng âm truyền qua ống tiêu âm; trong khi bộ phận dẫn hướng bên trong giúp giảm xoáy khí, hạn chế dao động áp suất tại cửa quạt và làm giảm tiếng ồn khí động. Đây là cơ sở giải thích vì sao bộ tiêu âm không chỉ làm giảm tiếng ồn cơ học truyền ra môi trường mà còn có tác dụng giảm tiếng ồn do dòng khí gây ra.

Từ góc độ ứng dụng trong mỏ than hầm lò, phương án bộ tiêu âm có ưu điểm rõ rệt vì không yêu cầu thay đổi lớn kết cấu quạt, không chiếm dụng nhiều tiết diện đường lò và có thể áp dụng cho các quạt cục bộ hiện có. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng bộ tiêu âm làm tăng chiều dài đường dẫn khí và có thể tạo thêm tổn thất áp suất. Do đó, trong các nghiên cứu tiếp theo cần đo bổ sung lưu lượng gió, áp suất toàn phần và tổn thất áp suất trước – sau khi lắp bộ tiêu âm để đảm bảo giải

pháp giảm ồn không làm suy giảm hiệu quả thông gió cục bộ.

Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy việc ứng dụng bộ tiêu âm cho quạt cục bộ là giải pháp phù hợp trong điều kiện mỏ hầm lò, đặc biệt đối với các vị trí có thời gian tiếp xúc tiếng ồn kéo dài. Giải pháp này không chỉ góp phần đưa mức ồn về gần giới hạn cho phép mà còn cải thiện điều kiện làm việc, giảm nguy cơ bệnh nghề nghiệp và nâng cao mức độ an toàn – vệ sinh lao động trong khai thác than hầm lò.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã phân tích đặc điểm phát sinh tiếng ồn của quạt gió cục bộ sử dụng trong mỏ than hầm lò và đánh giá các giải pháp giảm ồn phù hợp với điều kiện làm việc thực tế. Kết quả khảo sát cho thấy quạt FBDN06.0/2×18.5 kW khi làm việc trong đường lò có mức ồn trung bình khoảng 91 dB(A), cao hơn giới hạn cho phép đối với ca làm việc 8 giờ, cho thấy cần áp dụng giải pháp kỹ thuật giảm ồn. Trong các phương án được xem xét, giải pháp lắp bộ tiêu âm tại cửa hút và cửa đẩy của quạt có tính khả thi cao nhất. Phương án này có kết cấu đơn giản, dễ lắp đặt, phù hợp với không gian đường lò và có thể giảm mức ồn trung bình khoảng 20 dB(A). Hiệu quả giảm ồn đạt được nhờ sự kết hợp giữa vật liệu hấp thụ âm, kết cấu ống tiêu âm và bộ phận dẫn hướng dòng khí, qua đó làm giảm cả tiếng ồn cơ học và tiếng ồn khí động.

Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa thực tiễn đối với việc cải thiện điều kiện lao động, giảm nguy cơ suy giảm thính lực nghề nghiệp và nâng cao an toàn trong các mỏ than hầm lò. Khi triển khai trong thực tế, cần đồng thời kiểm tra mức ồn, lưu lượng gió và tổn thất áp suất để đảm bảo bộ tiêu âm vừa đạt hiệu quả giảm ồn, vừa không làm ảnh hưởng đến yêu cầu thông gió cục bộ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Han Kang, Li Jingzhao, Tao Rongying, “Recognition of unsafe behaviors of key position personnel in coal mines based on improved YOLOv7 and ByteTrack”, *Gong-kuang Zidonghua*, 2024.
2. Wenjuan Yang et al., “MSS-YOLO: Multi-Scale Edge-Enhanced Lightweight Network for Personnel Detection and Location in Coal Mines”, *Applied Sciences*, 2025.
3. Xiaofei Liu et al., “Intelligent recognition of coal and gas outburst precursor and potential hazards using YOLOv8 neural network”, *Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources*, 2024.
4. Jonathan Karlsson et al., “Visual Detection of Personal Protective Equipment and Safety Gear on Industry Workers”, arXiv, 2022.
5. Junhui Zheng, Deyong Wang, Zexun Geng, “Real-Time Detection of Safety Hazards in Coal Mines Utilizing an Enhanced YOLOv3 Algorithm”, IIEA, 2023.
6. Redmon J., Farhadi A., “YOLOv3: An Incremental Improvement”, arXiv preprint, 2018.
7. Ultralytics, “YOLOv8 Documentation and Applications in Real-Time Object Detection”, 2024.