

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CHỐNG BỤI TRONG MỎ HÀM LÒ TẠI CÔNG TY 35 - TỔNG CÔNG TY ĐÔNG BẮC BẰNG HỆ THỐNG PHUN SƯƠNG KẾT HỢP NƯỚC VÀ KHÍ NÉN

TS. Đào Văn Chi, TS. Vũ Thái Tiến Dũng

TS. Lê Tiến Dũng

Trường Đại học Mỏ địa chất

Biên tập: ThS. Phạm Chân Chính

Tóm tắt:

Nội dung bài báo mô tả khái quát về công nghệ chống bụi bằng hệ thống phun sương kết hợp nước và khí nén, qua đó tính toán lựa chọn hệ thống thiết bị và vị trí áp dụng, đề xuất lắp đặt thử nghiệm tại vị trí IIK20 lò Dọc vỉa mức +90 vỉa 6 Đông phía Nam phay FE, nơi có luồng gió thổi lò chợ ZH mức +55/+90 mỏ Tây Nam Khe Tam của Công ty 35 đi qua. Đường lò dọc vỉa này có tiết diện $S = 6,9 \text{ m}^2$, chiều dài 108m. Kết quả sau khi áp dụng thử nghiệm cho thấy nồng độ bụi hô hấp trung bình sau 4 lần đo từ $4,161 \text{ mg/m}^3$ giảm xuống còn $0,591 \text{ mg/m}^3$; nhiệt độ trung bình giảm từ $24,2^\circ\text{C}$ xuống còn $23,4^\circ\text{C}$ đảm bảo điều kiện làm việc cho người lao động trong mỏ hầm lò.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, biện pháp dập bụi trong hoạt động khai thác than nói chung và ở các mỏ hầm lò nói riêng chủ yếu vẫn là phun nước, tưới nước, hoặc dùng một dạng vòi phun sương thủy lực cho tất cả các vị trí. Loại vòi này có hạt nước to, chỉ có tác dụng đối với nguồn bụi đang trong quá trình phát tán, bên cạnh đó lượng nước tiêu hao lớn, nhiều vị trí ảnh hưởng đến công tác vận tải, khai thác. Do vậy, khi vận hành hiệu quả đạt được không cao, rất khó để kiểm soát bụi, hiệu quả giảm bụi hô hấp trong không khí không đạt được 50%.

Trên cơ sở đó, nhóm tác giả lựa chọn hình thức dập bụi bằng vòi phun sương cao áp công nghệ của Mỹ có hiệu quả tương đối tốt. Đặc điểm lớn nhất của loại vòi phun này chính là hạt sương phun ra có kích cỡ phù hợp với các độ hạt bụi áp dụng vào từng vị trí sinh bụi cụ thể, tạo hiệu suất kết dính, từ đó tăng hiệu quả dập bụi. Với hình thức dập bụi này, ngoài cơ chế thủy lực, còn có phối hợp khí nén tạo hạt sương phun ra mịn, tăng sức hút và kết dính với hạt bụi, nâng cao hiệu suất dập bụi. Khi áp dụng loại vòi phun phù hợp với từng khu vực, hiệu quả dập bụi có thể tới 98%, không ảnh hưởng đến công tác vận tải, làm mát môi trường làm việc.

Khi áp dụng công nghệ này trong các mỏ hầm lò, có thể tận dụng đường khí nén và đường nước để dập bụi, từ áp lực khí chuyển hóa thành cơ học khởi động đầu phun chuyên dụng để phun sương.

Mặt khác, do nước sử dụng trong hầm lò vẫn còn một số tạp chất nên bắt buộc phải tiến hành lọc trước khi phun sương. Tùy vào từng vị trí, khu vực phát sinh bụi mà áp dụng công nghệ vòi phun phù hợp, cụ thể:

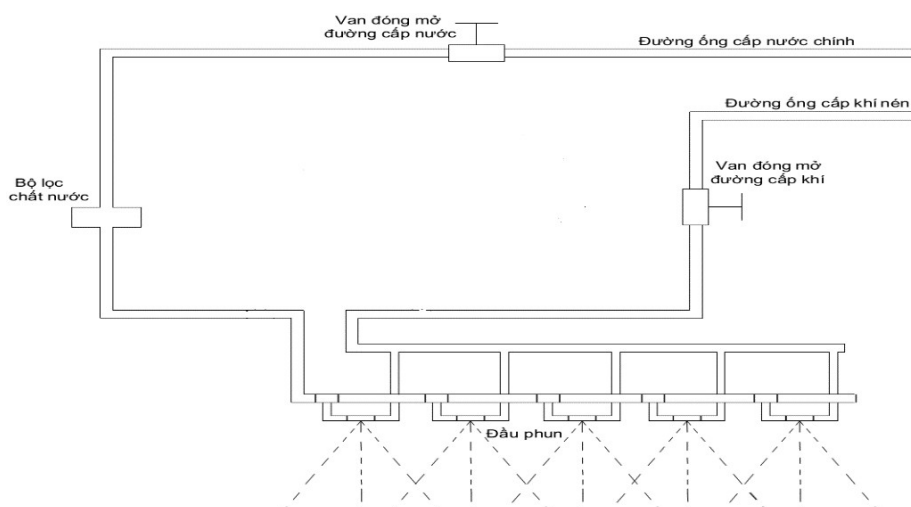
- Đối với các vị trí, khu vực nguồn bụi chưa phát tán, có nguy cơ phát tán (Bùn ke rót than,...) thì áp dụng công nghệ vòi phun sương thủy lực: Chỉ cần có nguồn nước sử dụng có áp lực cao, lúc này nước sau khi qua bộ lọc, qua cụm van điều khiển trực tiếp đến đầu phun, nước có áp lực qua vòi phun chuyển hóa thành dạng sương dập bụi.

- Đối với các vị trí, khu vực nguồn bụi đã phát tán (đường lò vận tải, thông gió...) thì áp dụng công nghệ vòi phun sương hỗn hợp nước và khí nén. Lúc này khí nén và nước qua cụm van điều khiển trực tiếp qua vòi phun, nhờ áp lực khí nén để chuyển hóa áp lực nước từ thấp đến cao áp, khí và nước hòa tan ra ngoài vòi phun tạo hạt sương mịn dập bụi. Bài báo giới thiệu hệ thống phun sương chống bụi cho mỏ hầm lò Công ty 35 - Tổng Công ty Đông Bắc.

2. Đặc điểm của phương pháp chống bụi dùng vòi phun hỗn hợp nước và khí nén

2.1. Nguyên lý hoạt động

Đối với loại vòi phun hỗn hợp nước và khí nén khi có thiết bị hoạt động, khu vực sinh ra bụi cần dập bụi, người điều khiển mở cụm van đường nước (qua bộ lọc lọc hết tạp chất), khí nén để dập bụi. Lúc này khí nén và nước qua cụm van điều



Hình 1. Sơ đồ đập bụi phun sương hỗn hợp nước và khí nén

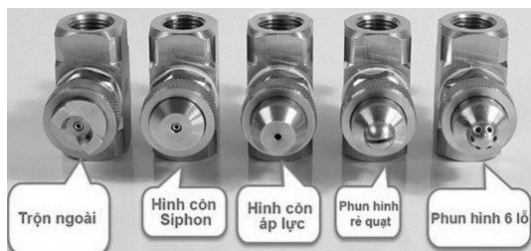
hiển trực tiếp qua vòi phun, nhờ áp lực khí nén để chuyển hóa áp lực nước từ thấp đến cao áp, khí và nước hòa tan thành hỗn hợp hơi nước ra ngoài vòi phun tạo hạt sương mịn đập bụi. Khi không cần đập bụi, đóng cụm van đường nước, khí nén lại.

2.2. Cấu tạo và đặc điểm của các loại vòi phun

Vòi phun hiện nay có 5 loại chủ yếu sau:

- 1). Loại sinphon, hút chất lỏng không cần áp;
- 2). Loại phun hình nón;
- 3). Loại phun hình nón trộn ngoài;
- 4). Loại phun hình rẽ quạt;
- 5). Loại phun 6 lỗ.

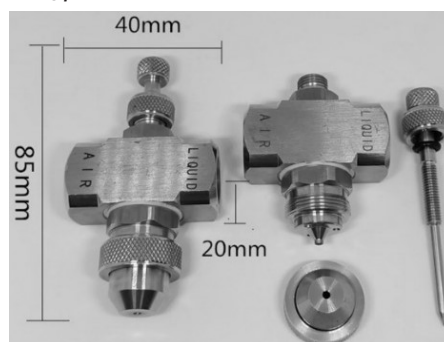
Hình dáng, kích thước và đặc tính của các loại vòi phun sương xem hình 2 và hình 3 dưới đây.



Hình 2. Hình dáng một số loại vòi phun sương

Loại vòi phun sương này được chế tạo bằng vật liệu hợp kim có hai đầu vào là khí và chất lỏng. Khi trộn lẫn không khí và dòng chất lỏng thì tạo ra sương mù.

Vòi phun có cấu trúc thiết kế bên trong đặc biệt để hợp nhất, trộn lẫn khí lỏng, tạo ra sương



Hình 3. Kích thước của vòi phun sương

khô. Có thể tăng áp khí giảm áp nước để thu được sương có hạt mịn

Chữ cái LIQUID là đầu vào của đầu nước (chất lỏng) và chữ AIR là đầu vào của không khí (khí nén).

Trên vòi có một cây kim (van) để điều chỉnh chỉnh lưu lượng phun của sương và đóng vai trò nhất định trong việc loại bỏ tắc nghẽn khi vòi phun bị tắc, chặn.

Áp lực nước 2 bar áp suất không khí (khí nén) 3 bar sẽ tạo ra hiệu ứng nguyên tử hóa chất lỏng. Khi đó hiệu quả phun sương sẽ đạt kết quả cao. Dưới đây là một số hình ảnh phun sương của các loại vòi (Hình 4).

2.3. Thiết bị lọc nước và khí

Kèm theo hệ thống phun sương còn có thiết bị lọc nước và lọc khí trước khi qua vòi phun để đảm bảo màn sương được phun ra mịn, tạo ra sương mù.

Trong đó bộ lọc nước lọc được cỡ hạt 40 -:-



a) Vùng ảnh hưởng của vòi phun kiểu rẻ quạt



b) Vùng ảnh hưởng của vòi phun kiểu Siphon



c) Vùng ảnh hưởng của vòi phun kiểu côn áp lực



d) Vùng ảnh hưởng của vòi phun kiểu 6 lỗ



e) Vùng ảnh hưởng của vòi phun kiểu trộn ngoài

Hình 4. Hình ảnh phun sương của một số loại vòi 45 micro mét; lưu lượng 3000 l/h; áp suất đạt tới 20kg/cm²; nhiệt độ hoạt động 3 -:- 45 độ C. Van giảm áp suất khí nén điều chỉnh tối đa 16 bar; phạm vi điều chỉnh hợp lý 3 -:- 5,5 bar; sai số $\pm$ 10%; nhiệt độ hoạt động 0 -:- 130 độ C. Toàn bộ thiết bị lọc nước và khí được đặt trong hộp sắt

(sơn vàng phản quang) treo trên hông đường lò tránh được va chạm do người và thiết bị đi qua, xem hình 5 dưới đây.



a) Thiết bị lọc khí



b) Thiết bị lọc nước

Hình 5. Các thiết bị kèm theo hệ thống phun sương

3. Lựa chọn vị trí áp dụng hệ thống phun sương kết hợp nước và khí nén

3.1. Vị trí áp dụng

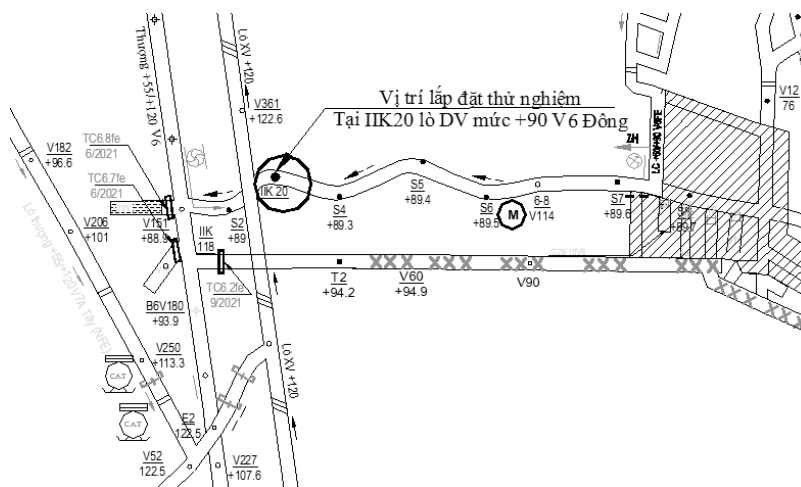
Tại các vị trí khảo sát, đo đặc nồng độ bụi ở Công ty 35 hiện nay đã lắp đặt hệ thống dập bụi (bằng 01 vòi phun sương dập bụi/01 vị trí và được hoạt động dựa trên áp suất nguồn nước cấp vào đầu vòi). Các vòi phun này hoạt động với hiệu quả chưa cao do phụ thuộc vào nguồn nước cấp phải đảm bảo áp suất. Nhóm tác giả đề xuất lắp đặt thử nghiệm hệ thống phun sương dập bụi kết hợp nước và áp suất hơi khí nén) tại vị trí IIK20 lò Dọc vỉa mức +90 vỉa 6 Đông phía Nam phay FE nơi có luồng gió thải lò chợ ZH mức +55/+90 đi qua. Đường lò dọc vỉa này có tiết diện $S = 6,9 \text{ m}^2$, chiều dài 108m [1]. Cụ thể khu vực áp dụng có vị trí được mô tả ở hình 6.

3.2. Thiết kế hệ thống phun sương cho lò Dọc vỉa +90

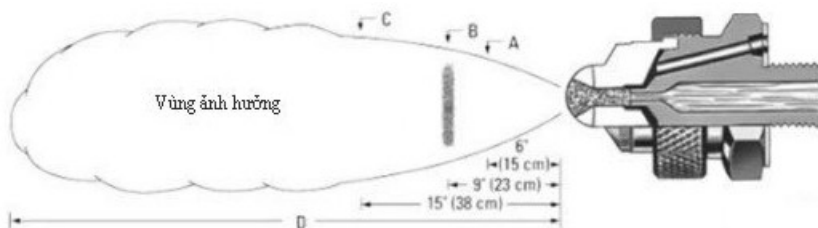
Vị trí áp dụng chống bụi ở lò Dọc vỉa mức +90 vỉa 6 Đông phía Nam phay FE nơi có luồng gió thải lò chợ ZH mức +55/+90 đi qua. Đường lò dọc vỉa này có tiết diện $S = 6,9 \text{ m}^2$, chiều rộng 2,8m, chiều dài 108m, cao 2,3m.

Với đặc tính kỹ thuật của vòi phun ở trên, nhóm tác giả lựa chọn loại vòi kiểu trộn ngoài. Đây là loại vòi phun có ba lỗ (hai lỗ hai bên và một lỗ ở giữa có tác dụng khi nước phun ra tạo hiệu ứng đánh trộn lẫn vào nhau tạo màn sương dập bụi). Loại vòi này phun được chiều dài từ 1,5 -:- 2,5m, chiều rộng nhất khoảng 40 cm, xem hình 7.

Với chiều rộng đường lò khoảng 2,8m bố trí 5



Hình 6. Vị trí lắp đặt thử nghiệm hệ thống phun sương



Hình 7. Vùng ảnh hưởng của vòi phun sương kiểu trộn ngoài

vòi phun đặt trên nóc lò. Khi thiết bị hoạt động tạo ra một màn sương vuông góc với đường lò, chặn lại luồng gió thổi mang theo lượng bụi từ trong khu vực lò chợ ZH mức +55/+90 ra ngoài. Loại vòi này hoạt động hiệu quả ở điều kiện như sau:

- Áp suất khí: 3 -:- 5 bar;
- Áp suất chất lỏng: 1 -:- 3 bar;
- Góc phun từ 15 -:- 90o;
- Khoảng cách phun xa: từ 1,5 -:- 2,5m;
- Diện tích phun 4 -:- 10 m²;
- Ống khí vào: 1/4" (DN8);
- Tiêu hao nước 8 -:- 23 l/h.

Với điều kiện nước và khí đã có tại đường lò, việc áp dụng loại vòi phun trộn ngoài hỗn hợp nước và khí nén tại vị trí này là phù hợp, thiết bị sau khi lắp đặt như trên hình 8 và hình 9.

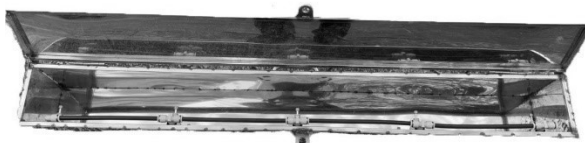
4. Đánh giá hiệu quả chống bụi tại khu vực áp dụng

4.1. Đánh giá hiện trạng nồng độ bụi và điều kiện vi khí hậu trước khi lắp đặt

Vào ngày 08/11/2021, nhóm thực hiện tiến hành lắp đặt hệ thống phun sương dập bụi cho Công ty 35. Trước khi lắp đặt hệ thống phun sương tại vị trí Dọc vỉa mức +90 vỉa 6 Đông phía Nam phay FE. Nhóm tác giả tiến hành đo 4 lần, mỗi lần cách



a) Đường ống kết nối nước và khí nén vào vòi phun



b) Hộp Inox chứa 5 vòi phun sương

Hình 8. Các thiết bị sau khi được thiết kế chế tạo nhau 30 phút sau đó lấy kết quả trung bình để xác định kiểm tra nồng độ bụi và điều kiện vi khí hậu trong quá trình nổ mìn, di chuyển vì chống từ trong khu vực lò chợ ZH mức +55/+90, kết quả đo đặc như trong bảng 1 dưới đây.

Quá quá trình khảo sát nồng độ bụi và điều kiện vi khí hậu tại các vị trí mỏ Tây Nam Khe Tam cho thấy, quan sát bằng mắt thường cũng



Hình 9. Các thiết bị hoàn chỉnh trước khi đưa vào vị trí lắp đặt

thấy nguồn bụi phát sinh ra liên tục từ lò chợ ZH ở mức +55/+90; kết quả đo nồng độ bụi tại vị trí Dọc vỉa mức +90 vỉa 6 Đông phía Nam phay FE có nồng độ bụi hô hấp cao nhất $C_{TB} = 4,616$ vượt quá QCVN 02:2019/BYT quy định bụi than hô hấp (hàm lượng silic tự do $\leq 5\%$) là 2 mg/m^3 .

4.2. Đánh giá nồng độ bụi và điều kiện vi khí hậu sau khi lắp đặt

Bảng 1. Kết quả khảo sát nồng độ bụi và điều kiện vi khí hậu tại Dọc vỉa mức +90 vỉa 6 Đông phía Nam phay FE trước khi phun sương

STT	Nhiệt độ, °C	Tốc độ gió, m/s	Khí CH_4 , %	Khí CO_2 , %	Khí CO , %	Khí O_2 , %	Độ ẩm, %	Nồng độ bụi hô hấp, mg/m^3	QCVN 02/BYT, mg/m^3	QCVN 01/BCT, mg/m^3
L1	24,1	1,2	0,12	0,11	0	20,9	95,3	3,686	2	6
L2	24,2	1,1	0,12	0,14	0	20,8	95,3	3,852	2	6
L3	24,3	1,2	0,11	0,12	0	20,8	94,2	4,354	2	6
L4	24,1	1,2	0,09	0,11	0	20,8	93,4	4,752	2	6
KQ trung bình	24,2	1,2	0,11	0,12	0	20,8	94,6	4,161	2	6



Hình 10. Hộp kỹ thuật đặt thiết bị lọc nước và lọc khí



Hình 11. Hệ thống phun sương hoạt động thử nghiệm

Bảng 2. Kết quả khảo sát nồng độ bụi và điều kiện vi khí hậu tại Dọc vỉa mức +90 vỉa 6 Đông phía Nam phay FE sau khi phun sương

STT	Nhiệt độ, °C	Tốc độ gió, m/s	Khí CH ₄ , %	Khí CO ₂ , %	Khí CO, %	Khí O ₂ , %	Độ ẩm, %	Nồng độ bụi hô hấp, mg/m ³	QCVN 02/ BYT, mg/m ³	QCVN 01/ BCT, mg/m ³
L1	23,5	1,1	0,10	0,11	0	20,9	96,5	1,246	2	6
L2	23,2	1,2	0,10	0,12	0	20,9	96,4	0,682	2	6
L3	23,8	1,1	0,12	0,08	0	20,7	96,8	0,268	2	6
L4	23,1	1,2	0,11	0,06	0	20,9	95,9	0,168	2	6
KQ trung bình	23,4	1,2	0,11	0,09	0	20,9	96,4	0,591	2	6

Việc áp dụng hệ thống phun sương kết hợp nước và khí nén tại vị trí IIK20 lò Dọc vỉa mức +90 vỉa 6 Đông phía Nam phay FE, nơi có luồng gió thổi lò chợ ZH mức +55/+90 đi qua là hợp lý. Kết quả sau khi áp dụng hệ thống chống bụi, nồng độ bụi hô hấp trung bình sau 4 lần đo từ 4,161 mg/m³ giảm xuống còn 0,591 mg/m³; nhiệt độ trung bình giảm từ 24,20C xuống còn 23,40C, đảm bảo điều kiện làm việc cho người lao động trong mỏ hầm lò.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Phòng kỹ thuật sản xuất, Công ty 35 – Tổng Công ty Đông Bắc (2021). *Kế hoạch khai thác và thông gió Quý III năm 2021*. Quảng Ninh;
- [2]. Trần Xuân Hà, Đặng Vũ Chí, Nguyễn Văn Sung, Nguyễn Cao Khải, Nguyễn Văn Thịnh, Phan Quang Văn. (2012). *An toàn vệ sinh lao động trong*

khai thác mỏ hầm lò, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội;

- [3]. *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về An toàn trong khai thác than hầm lò (2011)*. Bộ Công thương, Nhà xuất bản Lao động Hà Nội;

- [4]. Trần Xuân Hà, TS. Nguyễn Văn Sung, TS. Đặng Vũ Chí, KS. Phạm Thanh Hải, KS. Nguyễn Cao Khải. 2006. *Nghiên cứu chống bụi bằng búa nước và túi nước treo khi nổ mìn ở đường lò chuẩn bị*.

- [5]. Lê Văn Mạnh. 2018. *Nghiên cứu ảnh hưởng và các biện pháp giảm thiểu tác động của bụi đối với công nhân trong mỏ than hầm lò tỉnh Quảng Ninh*. Luận văn Tiến sỹ Kỹ thuật, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Assessment of the effectiveness of dust resistance in the underground mine at Company 35 – Northeast Corporation by the mist spraying system combined with water and compressed air

Dr. Dao Van Chi, Dr. Vu Thai Tien Dung, Dr. Le Tien Dung

Ha Noi University of Mining and Geology

Abstract:

The article describes briefly the dust resistance technology by the mist spraying system combined with water and compressed air, thereby the equipment system and applicable location are calculated and selected, the trial installation is proposed to install at the site of IIK20 drift at level of +90 of seam no. 6 at South East of FE fault, where the discharged wind of ZH longwall at level +55/+90 at khe Tam southwest mine of Company 35 passing through. This drift has a area of $S = 6.9 \text{ m}^2$, length of 108m. The results after trial application showed that the average concentration of respiratory dust after 4 times of measurement decreased from 4,161 mg/m³ to 0.591 mg/m³; The average temperature dropped from 24.20C to 23.40C to ensure working conditions for workers in the underground mine.