

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA LỰC ĐẬP VÀ GÓC SẮC ĐẾN TUỔI THỌ CỦA ĐẦU MŨI KHOAN ĐẬP KHI KHOAN ĐẤT ĐÁ TẠO LỖ NỔ MÌN VÙNG THAN QUẢNG NINH

TS. Lê Quý Chiên, ThS. Nguyễn Thành Trung – Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Tóm tắt: Trong công tác xây dựng cơ bản các đường lò khai thác than hầm lò ở vùng Quảng Ninh hiện nay, một trong những phương pháp phổ biến là khoan nổ mìn. Quá trình khoan đất đá tạo lỗ nổ mìn là sự tác động của mũi khoan vào đất đá theo nguyên lý khoan đập. Tùy theo độ kiên cố của đất đá, lực đập do mũi khoan tác động vào đất đá là những yếu tố ảnh hưởng đến độ mòn của mũi khoan. Hiệu quả và năng suất khoan phụ thuộc vào nhiều thông số như lực đập, góc sắc, độ kiên cố của đất đá, tốc độ quay của chوòng khoan và các thông số hình học đầu mũi khoan. Các thông số đó quyết định và ảnh hưởng lớn đến tuổi thọ đầu mũi khoan. Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của góc sắc, lực đập đầu mũi khoan và độ kiên cố của đất đá đến tuổi thọ của đầu mũi khoan đập khi khoan đất đá tạo lỗ nổ mìn trong khai thác than vùng Quảng Ninh. Kết quả nghiên cứu được dùng để tính toán mũi khoan, các chi tiết, cụm chi tiết bộ giá khoan và tính ứng suất, biến dạng một số cụm chi tiết của thiết bị khoan.

Từ khóa: Bộ giá khoan, đầu mũi khoan, độ mòn, khai thác than, nổ mìn, tạo lỗ, xây dựng mỏ.

1 Đặt vấn đề

Hiện nay, thi công các đường lò cơ bản trong khai thác than hầm lò ở vùng Quảng Ninh chủ yếu dùng công nghệ khoan nổ mìn. Trong quá trình khoan, mũi khoan đập phá vỡ đất đá tạo thành lỗ khoan. Độ mòn của mũi khoan phụ thuộc vào nhiều thông số như: Góc sắc; độ kiên cố của đất đá; xung lực đập; góc xoay sau mỗi lần đập, vật liệu làm mũi khoan; tần số đập... Việc nâng cao năng suất, tuổi thọ của mũi khoan có ý nghĩa khoa học và thực tiễn lớn nhằm tăng năng suất, giảm chi phí khoan và góp phần chủ động trong việc lập kế hoạch sản xuất, bảo dưỡng, sửa chữa và mua sắm thiết bị. Trong giới hạn bài báo này, nhóm tác giả nêu phương pháp xác định ảnh hưởng của góc sắc, lực đập và độ kiên cố của đất đá đến tuổi thọ của đầu mũi khoan khi khoan đất đá tạo lỗ nổ mìn trong khai thác than hầm lò.

2 Nội dung nghiên cứu

2.1 Đặc điểm của lỗ khoan trên gương đào

Lỗ khoan trên gương đào của đường lò cơ bản trong khai thác than hầm lò là đối tượng làm việc của thiết bị khoan. Do vậy, việc khảo sát và phân tích đặc điểm của lỗ khoan rất cần thiết. Các

lỗ khoan thường có đường kính $\Phi \leq 52$ mm, chiều sâu $L = 1,2-3$ m, gồm: Lỗ khoan có đường tâm vuông góc với mặt gương (song song với trục đường lò); lỗ khoan có đường tâm nghiêng so với bề mặt gương và trục đường lò, góc nghiêng đường tâm của các lỗ viền gương so với trục đường lò là $5-10^\circ$ và góc nghiêng đường tâm của các lỗ đột khẩu so với trục đường lò là $12-15^\circ$. Hộ chiếu khoan trên mặt gương đào của đường thông $2,8 \times 1,8$ m được cho trong bảng 1.

Bảng 1: Hộ chiếu khoan trên mặt gương đào

Các thông số	Khu vực đường thông		
	Có chống tạm	Không chống tạm	Sau hoàn thiện
Chiều rộng, m	2,1	1,8	1,2
Chiều cao, m	2,7	2,6	2,0
Các thông số	Buồng mở rộng		
	Có chống tạm	Không chống tạm	Sau hoàn thiện
Chiều rộng, m	4,5	4,2	3,5
Chiều cao, m	3,5	3,2	2,7

(Các kích thước trong bảng là tối thiểu khi chiều dày lớp bê tông ở đường thông là 300 mm và khu vực buồng mở rộng lấy trung bình 350 mm).

2.2 Cấu tạo cơ bản của đầu mũi khoan đập

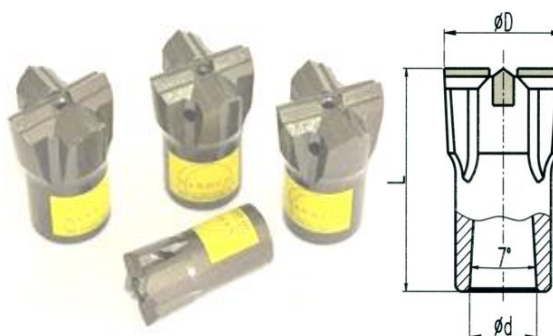
Dụng cụ của máy khoan đập là mũi khoan, được chế tạo từ loại thép đặc biệt. Đầu dùng để phá vỡ đất đá gọi là đầu mũi khoan, đầu còn lại lắp với máy gọi là đuôi chông. Thân chông có lỗ để dẫn khí nén hoặc nước tới đầu mũi khoan để thổi phoi, làm nhiệm vụ truyền lực dọc trục tới đầu mũi khoan (gồm lực đẩy và lực đập), định hướng cho lỗ khoan và thoát phoi. Có hai dạng chông khoan: Chông khoan liền (đầu mũi khoan liền với thân chông); và chông khoan có đầu mũi khoan tháo lắp được (đầu mũi khoan được chế tạo rời với thân chông, nối với thân chông nhờ cơ cấu ren hoặc côn).

Mũi khoan được chế tạo bằng thép các bon dụng cụ có hàm lượng các bon 0,7-1% bằng phương pháp rèn, sau đó mài sắc [1]. Khi phần lưỡi cắt có gắn hợp kim cứng thì mũi khoan có thể được chế tạo bằng phương pháp đúc. Khi khoan, mũi khoan bị mòn lưỡi và đường kính do ma sát với đất đá khoan, đường kính nhỏ dần, góc sắc trở thành tù, nếu không mài hoặc thay mũi khoan mới thì không thể tiếp tục khoan được nữa. Có thể phục hồi đầu mũi khoan bằng cách mài nhưng phải đảm bảo giữ các thông số hình học của nó và phải tạo trước diện tích mòn thích hợp khoảng 0,2 mm. Độ mòn của mũi khoan phụ thuộc vào nhiều thông số như: Độ kiên cố f của đất đá; xung lực đập dọc trục P_k ; góc sắc của lưỡi cắt α ; vật liệu làm mũi khoan; tần số đập... Tùy thuộc vào độ kiên cố và cấu tạo của đất đá, chọn đầu mũi khoan đập có góc sắc như sau: Đất khoan đất đá mềm, góc sắc của lưỡi $\alpha = 90^\circ$; đất đá cứng trung bình $\alpha = 100-110^\circ$; và đất đá cứng $\alpha = 120^\circ$.

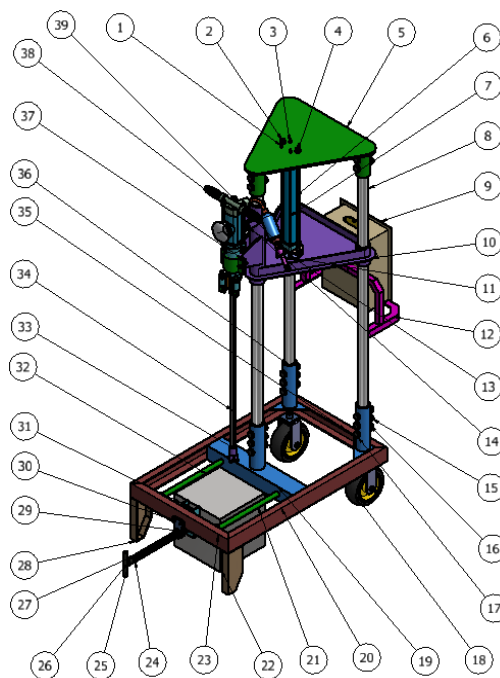
2.3 Mô hình thực nghiệm và cách tiến hành

Đất đá vùng Quảng Ninh thuộc loại đá cát kết thường có độ kiên cố $f = 6-8$. Mẫu vật liệu đầu mũi khoan được chọn để nghiên cứu là mẫu đầu mũi khoan đập khí nén lưỡi dạng chữ thập, là loại dùng để khoan đất đá nứt nẻ mạnh, bao gồm các loại đường kính 28, 32, 36, 40, 42, 44, 46, 52, 60, 65, 75 và 85 mm [1]. Mẫu được lấy

tại các công ty than vùng Quảng Ninh có đường kính $d = 42 \text{ mm}$; góc sắc $\alpha = 100-120^\circ$. Kết cấu của mẫu đầu mũi khoan đập như hình 1.



Hình 1: Đầu mũi khoan có lưỡi dạng chữ thập



Hình 2: Thiết bị thử nghiệm khoan:

- 1-4, 13-15, 17, 24-25 – Bu lông; 5 – Mặt trên;
- 6 – Thanh đỡ xy lanh; 7 – Xy lanh; 8 – Trục di chuyển; 9 – Hộp điều khiển điện; 10 – Khối chuyển động; 11 – Đệm xy lanh; 12 – Thanh đỡ; 16 – Trụ đỡ trái; 18 – Bánh xe; 19 – Thanh giằng giữa; 20 – Thanh giằng dọc; 21 – Thanh trượt; 22 – Chân đỡ; 23, 35 – Thanh giằng ngang; 26 – Tay quay điều khiển; 27 – Trụ vít me; 28 – Chân đỡ; 29 – Đai ốc vít me; 30 – Đệm; 31 – Thanh di chuyển; 32 – Đá mẫu; 33 – Đầu mũi khoan đá; 34 – Chông khoan; 36 – Trụ đỡ phải; 37 – Vòng kẹp giữ máy khoan; 38 – Máy khoan đập; 39 – Giá đỡ xy lanh

Để nghiên cứu thử nghiệm đánh giá ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến hiệu suất và tuổi thọ của dụng cụ khoan, nhóm tác giả đã thiết kế chế tạo thiết bị thử nghiệm sử dụng máy nén khí làm nguồn cung cấp năng lượng, có cấu tạo cơ bản như hình 2. Máy khoan đập khí nén 38 có áp suất khí nén $p = 0,4-0,48$ MPa, tần số đập 1880-2000 lần/phút, tốc độ quay choòng khoan $n = 360-600$ vòng/phút; lực đập $P_k = 80-90$ kN. Máy khoan được gá đặt trên giá khoan có các thiết bị điều khiển điện, thiết bị thủy khí, hệ thống đo các tham số khoan đập và phần mềm điều khiển, thu thập và xử lý số liệu. Máy có cơ cấu xy lanh khí nén 7 để ấn mũi khoan vào lỗ khi khoan và đưa mũi khoan ra khỏi lỗ khoan. Đầu khoan lắp trên khối chuyển động 10 có cấu tạo bằng thép định hình (giá khoan và cơ cấu xy lanh khí nén có thể chỉnh theo yêu cầu thực tế). Cụm đầu khoan trượt được với giá khoan. Cụm giá đỡ đầu khoan liên kết với giá khung bằng các bu lông, có thể quay quanh đường tâm. Toàn bộ các cụm nêu trên liên kết với giá khung bằng bu lông, khớp nối và bạc. Giá khung của mô hình thiết bị được chế tạo bằng thép hộp định hình và phun sơn, toàn bộ mô hình thiết bị được di chuyển bằng bánh xe 18.

Phần tử phân phối khí cụ thể là van phân phối, có nhiệm vụ phân phối dòng khí nén đến thiết bị công tác là xy lanh lực và máy khoan. Van một chiều có tác dụng dẫn dòng khí đi theo một chiều và chặn dòng chảy đi theo hướng ngược lại, van phân phối cho đường dẫn khí nén vào xy lanh đi theo chiều nhất định và các phần tử khí nén khác (bình tích khí nén, hệ thống đường ống dẫn, các van điều khiển, van an toàn và các đồng hồ đo...). Bộ thiết bị đo thông số khoan (bộ chuyển đổi, cảm biến hành trình, bộ xử lý tín hiệu đo, màn hình vi tính...) và phụ tải, toàn bộ được lắp đặt trên giá khung bằng thép chắc chắn.

2.4 Kết quả nghiên cứu thử nghiệm

Để đánh giá ảnh hưởng của lực đập và góc sắc đến cường độ mòn đầu mũi khoan, tiến hành

thử nghiệm xác định cường độ mòn của đầu mũi khoan khi thay đổi góc sắc của đầu mũi khoan tại 5 giá trị: 100; 105; 110; 115; và 120 độ, tương ứng với 12 giá trị lực đập từ 80-90 kN. Mỗi thử nghiệm được tiến hành 05 lần, sau khi lọc các giá trị bất thường, giá trị đo được lấy trung bình cộng của các giá trị đo. Tổng hợp kết quả đo cường độ mòn của mũi khoan tương ứng với các giá trị góc sắc và lực đập như trong bảng 2.

Bảng 2: Cường độ mòn i_h (%) của mũi khoan theo lực đập P_k và góc sắc α

$\alpha \backslash P_k$	100°	105°	110°	115°	120°
80,0	0,1202	0,1262	0,1326	0,1402	0,1531
81,0	0,1220	0,1280	0,1340	0,1420	0,1550
82,0	0,1240	0,1300	0,1360	0,1440	0,1570
83,0	0,1260	0,1320	0,1380	0,1460	0,1590
84,0	0,1280	0,1340	0,1400	0,1480	0,1610
85,0	0,1301	0,1360	0,1422	0,1501	0,1632
86,0	0,1320	0,1380	0,1440	0,1520	0,1650
87,0	0,1340	0,1400	0,1460	0,1540	0,1670
88,0	0,1360	0,1420	0,1480	0,1560	0,1690
89,0	0,1380	0,1440	0,1500	0,1580	0,1780
89,5	0,1390	0,1450	0,1510	0,1590	0,1790
90,0	0,1402	0,1460	0,1523	0,1605	0,1766

Xây dựng phương trình quy hoạch thực nghiệm phản ánh sự ảnh hưởng của lực đập và góc sắc tới cường độ mòn đầu mũi khoan

Trên cơ sở số liệu thử nghiệm đo xác định cường độ mòn đầu mũi khoan theo lực đập và góc sắc trong bảng 2, chọn hàm hồi quy thực nghiệm dạng đa thức bậc hai của hai biến số, sử dụng phương pháp hồi quy thực nghiệm cực tiểu bình phương nhỏ nhất [4], xác định được công thức hồi quy thực nghiệm biểu diễn quan hệ của hàm cường độ mòn i_h theo lực đập P_k và góc sắc α như sau [3]:

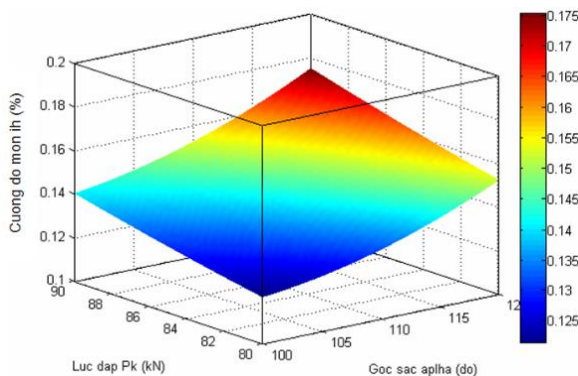
$$i_h = 0,7688 - 0,0112\alpha + 0,00446P_k + 5,137.10^{-5}\alpha^2 + 1,823.10^{-5}\alpha P_k + 2,67.10^{-5}P_k^2 \quad (1)$$

So sánh sai số hồi quy thực nghiệm như bảng 3 và các hệ số trong phương trình hồi quy thực nghiệm đã được kiểm tra sự tương thích theo tiêu chuẩn Fisher [4].

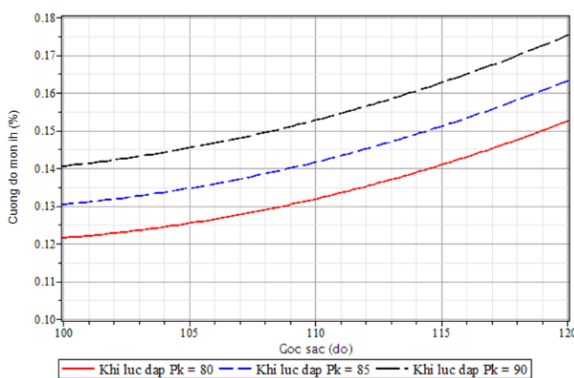
Bảng 3: So sánh sai số và kiểm tra sự tương thích

Góc sắc α (độ)	P_k (kN)	i_h TN (%)	i_h HQ (%)	Sai số Δi_h (%)	Góc sắc α (độ)	P_k (kN)	i_h TN (%)	i_h HQ (%)	Sai số Δi_h (%)
100	80,0	0,1202	0,1215	0,0108	110	90,0	0,1523	0,1527	0,0026
100	85,0	0,1301	0,1303	0,0015	115	80,0	0,1402	0,1409	0,0050
100	90,0	0,1402	0,1405	0,0021	115	85,0	0,1501	0,1511	0,0067
105	80,0	0,1262	0,1254	0,0063	115	90,0	0,1605	0,1627	0,0137
105	85,0	0,1360	0,1347	0,0096	120	80,0	0,1531	0,1525	0,0039
105	90,0	0,1460	0,1454	0,0041	120	85,0	0,1632	0,1632	0,0000
110	80,0	0,1326	0,1318	0,0060	120	90,0	0,1766	0,1752	0,0079
110	85,0	0,1422	0,1416	0,0042					

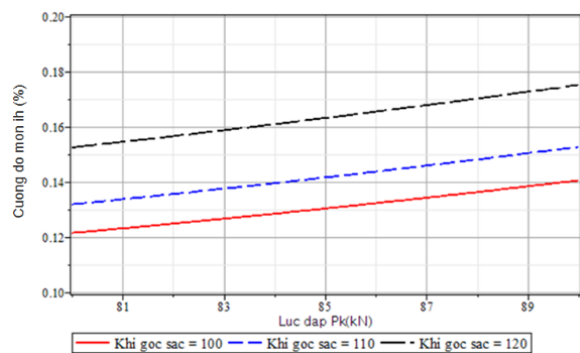
Từ công thức thực nghiệm (1) vẽ được đồ thị 3D biểu diễn quan hệ của cường độ mòn i_h vào đồng thời lực đập P_k và góc sắc α như hình 3 và các đồ thị 2D phản ánh sự phụ thuộc của cường độ mòn i_h vào góc sắc α tại một số lực đập P_k khác nhau như hình 4 và phụ thuộc vào lực đập P_k tại một số góc sắc α khác nhau như hình 5.



Hình 3: Đồ thị quan hệ cường độ mòn i_h với góc sắc α và lực đập P_k



Hình 4: Đồ thị quan hệ cường độ mòn i_h với góc sắc α khi lực đập P_k khác nhau



Hình 5: Đồ thị quan hệ cường độ mòn i_h với lực đập P_k khi góc sắc α khác nhau.

3 Nhận xét và kết luận

3.1 Nhận xét

Từ công thức thực nghiệm (1) cho thấy, hệ số của lực đập P_k là $0,00446 > 0$, có nghĩa là trong khoảng độ kiên cố đang xét cường độ mòn i_h biến thiên đồng biến với độ kiên cố f , tức là khi độ kiên cố tăng, thì cường độ mòn tăng. Hệ số của góc sắc α là $-0,0112 < 0$, có nghĩa là trong khoảng góc sắc đang xét cường độ mòn i_h biến thiên nghịch biến với góc sắc, tức là khi góc sắc tăng, thì cường độ mòn có xu hướng giảm. Cũng trong công thức thực nghiệm (1), hệ số đại lượng bậc hai của lực đập P_k^2 là $2,67 \cdot 10^{-5} > 0$, của góc sắc α^2 là $5,137 \cdot 10^{-5} > 0$ và của tích hai đại lượng $\alpha \cdot P_k$ là $1,823 \cdot 10^{-5} > 0$. Do các hệ số này đều dương cho thấy cường độ mòn biến thiên đồng biến với các đại lượng bậc hai. Như vậy, có thể thấy trong khoảng lực đập và góc sắc đang xét, hàm cường độ mòn có xu hướng tăng theo sự tăng lên của các đại lượng với mức tăng nhanh hơn khi lực

đập và góc sắc có giá trị lớn hơn.

Sự ảnh hưởng của lực đập và góc sắc tới cường độ mòn được thể hiện rõ hơn trên đồ thị 3D (hình 3) và các đồ thị 2D (hình 4 và 5). Xét về định lượng, với một lực đập nhất định của máy khoan, khi tăng góc sắc từ 100-120°, cường độ mòn tăng khoảng 0,021% (hình 4). Với mỗi loại mũi khoan có góc sắc nhất định, khi điều chỉnh lực đập của máy khoan 80-90 kN, cường độ mòn tăng khoảng 0,029%, với mức tăng trong khoảng góc sắc 115-120° gần gấp hai lần mức tăng trong khoảng 100-115° (hình 5). Như vậy, đối với đất đá vùng mỏ than Quảng Ninh (có độ kiên cố phổ biến trong khoảng $f = 6-8$), để nâng cao hiệu suất khoan cần phải tăng lực đập, nên có thể điều chỉnh máy khoan sao cho có lực đập cao. Tuy nhiên, khi đó cường độ mòn của mũi khoan tăng nhẹ và để giảm mức độ tăng này, cần phải sử

dụng mũi khoan có góc sắc nhỏ, tốt hơn là dưới 115°.

Như vậy với vùng góc sắc đã xác định hợp lý trong khoảng lân cận 110° cho phép có thể điều chỉnh lực đập của máy khoan ở mức cao để bảo đảm và nâng cao hiệu suất khoan.

3.2 Kết luận

Với các kết quả nghiên cứu nêu trên đã đưa ra được sự ảnh hưởng của lực đập và góc sắc tới cường độ mòn đầu mũi khoan, cho phép tính toán, lựa chọn và xác định được độ mòn đầu mũi khoan theo hướng tăng tuổi bền, đảm bảo cho thiết bị khoan làm việc theo yêu cầu đặt ra khi khoan lỗ nổ mìn phục vụ đào các đường lò cơ bản trong xây dựng, khai thác mỏ hầm lò vùng than Quảng Ninh, nhằm tăng năng suất, hạ giá thành và góp phần chủ động trong việc lập kế hoạch sản xuất, sửa chữa thiết bị khoan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Ấu, Nhữ Văn Bách. Phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan-nổ mìn. NXB Giáo dục, 1998.
2. Trần Bá Bảo. Sổ tay thiết kế cơ khí. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1997.
3. Lê Quý Chiến. Luận án tiến sĩ kỹ thuật “Nghiên cứu xác định một số thông số hợp lý của đầu mũi khoan dùng để khoan tạo lỗ nổ mìn trong khai thác hầm lò vùng Quảng Ninh”. Trường Đại học mỏ - Địa chất, 2015.
4. Nguyễn Văn Kháng. Phương pháp quy hoạch thực nghiệm. NXB Giao thông Vận tải, 2008.
5. Lê Quang Minh, Nguyễn Văn Vương. Sức bền vật liệu. Hà Nội: NXB Giáo dục, 2009.
6. Inventor - Thiết kế cơ khí theo tham số và hướng đối tượng. Bộ môn Máy và Robot – Học viện Kỹ thuật Quân sự, 2009.
7. MATLAB toàn tập. Ebooks team, www.updatesofts.com.
8. Autodesk: Positioning Mechanical Desktop and Autodesk Inventor. Autodesk White paper, 1999.