

MỘT SỐ LƯU Ý KHI SỬ DỤNG MÁY ĐÀO HẦM TRONG CÁC DỰ ÁN KHAI THÁC MỎ

ĐẶNG TRUNG THÀNH

Trường Đại học Mỏ-Địa Chất

Email: dangtrungthanh@khoaxaydung.edu.vn

Máy đào hầm (MDH) đã và đang được áp dụng thi công công trình ngầm (CTN) để phục vụ các dự án khai thác khoáng sản với nhiều mục đích khác nhau như: tiếp cận, vận chuyển quặng, xử lý chất thải, thăm dò, cung cấp nước,... Thực tế cho thấy, việc sử dụng MDH để thi công các công trình mỏ đã đem lại nhiều lợi ích về kinh tế và có tác động lớn đến các quyết định sử dụng MDH thi công CTN phục vụ khai thác. Một số yếu tố kỹ thuật quan trọng cần được chú ý khi sử dụng MDH trong xây dựng các CTN phục vụ khai thác như: các vấn đề về địa chất (loại đất đá, độ cứng, độ ẩm, độ bền, tính mài mòn, độ thấm nước của đá), chiều dày lớp đất phủ, khả năng chịu ứng suất, khả năng kết nối giữa công trường với các địa điểm xung quanh, địa hình, vị trí gương hầm, các hạn chế khi dùng MDH, kích thước tối thiểu của đường hầm, kinh nghiệm nhà thầu thi công và kế hoạch thực hiện dự án,... Khi tham gia đấu thầu, một số vấn đề cần được lưu tâm là sử dụng MDH có tốc độ thi công cao và đây là lợi thế cần phải được nhấn mạnh cho dự án khai thác mỏ, nơi mà thời gian là vấn đề cốt yếu để có thể đưa mỏ vào khai thác sớm, doanh nghiệp quay vòng vốn nhanh. Để quyết định áp dụng MDH cho một dự án khai thác, thì việc đánh giá chi tiết các điều kiện đất đá được đào qua phải được thực hiện. Các đặc điểm kỹ thuật tối thiểu của MDH cũng cần được lựa chọn để tránh được việc sử dụng không đúng chủng loại MDH cho dự án. Việc điều tra, khảo sát điều kiện địa chất, địa chất thủy văn công trình chi tiết là rất cần thiết để cung cấp thông tin đầy đủ cho việc lập kế hoạch thi công hay định tuyến CTN. Tổng quan về dự án, điều kiện địa chất cần được so sánh với các dự án trước và có thể kiến nghị không phù hợp hay phù hợp việc áp dụng MDH cho dự án khai thác mỏ.

Chính vì những lý do đó, trong bài báo tác giả đưa ra một số lưu ý khi sử dụng MDH thi công CTN trong các dự án khai thác mỏ.

1. Tổng quan

Hiện nay có rất nhiều máy đào hầm (MDH) được sử dụng để thi công các đường hầm phục vụ các dự án khai thác khoáng sản (Bảng 1). Thực tế chứng minh rằng MDH được áp dụng trong khai thác có những ưu điểm như: tốc độ và hiệu quả thi công nhanh, kết cấu chống được tối ưu hóa do phương pháp thi công ít ảnh hưởng đến điều kiện đất đá xung quanh công trình ngầm (CTN), có thể thi công CTN có chiều dài lớn, nơi mà không có các hệ thống lò bằng giao cắt và ở những nơi có địa hình dốc, yêu cầu thông gió ít hơn so với các phương pháp thông thường, cải thiện điều kiện sức khỏe cho công nhân lao động và không tiếp xúc với khói và các vụ nổ.

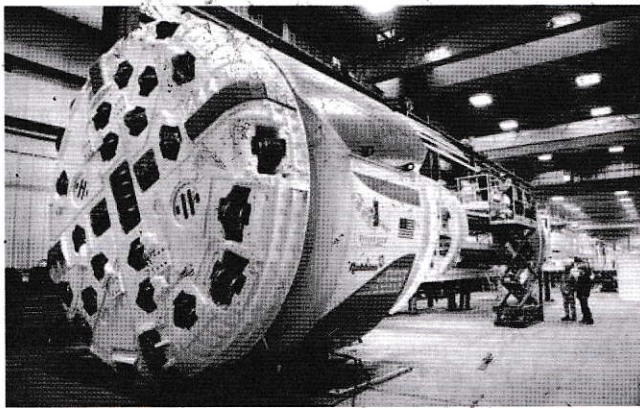
Tuy nhiên, nó cũng tồn tại một số nhược điểm: CTN có dạng tròn, khó khăn trong việc vận chuyển các trang thiết bị có kích thước lớn vào trong mỏ, độ cong của đường hầm được giới hạn trong khoảng 50 m, nếu điều kiện đất đá bất lợi sẽ ảnh hưởng lớn đến hiệu quả thi công phải gia cố đất đá, do đó ảnh hưởng đến tốc độ thi công, khi áp lực đất đá phía sau đầu cắt lớn cần phải gia cường đất đá trước khi thi công, nếu gặp điều kiện địa chất phức tạp thì việc lắp đặt các kết cấu chống không cho năng suất cao do không gian hạn chế, ngoài ra, không gian ngầm nhỏ nên việc sử dụng phương pháp phun vữa khó khăn dễ làm giảm nước ngầm chảy vào trong công trình. Tên cơ sở các ưu, nhược điểm của MDH, tác giả đưa ra những vấn đề quan trọng cần phải được lưu ý khi áp dụng MDH cho các dự án khai thác khoáng sản, những lợi thế và bất lợi khi sử dụng MDH cũng như một số yêu cầu tối thiểu đối với việc sử dụng MDH và một số cách tiếp cận điều tra điều kiện địa kỹ thuật cần thiết cho việc sử dụng MDH.

2. Lịch sử sử dụng MDH trong các dự án khai thác mỏ

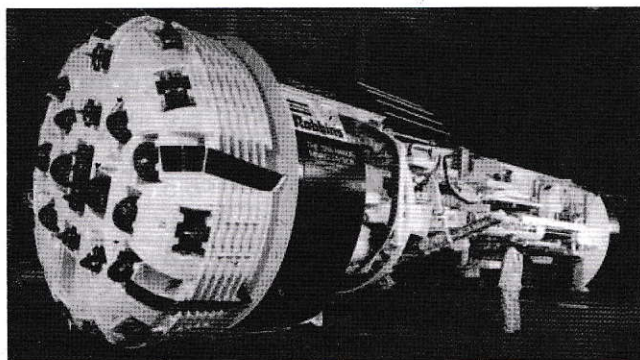
Thực tế MDH sử dụng trong các dự án khai thác

thác mỏ đã thành công và đem lại lợi ích lớn về tiến độ và kinh tế. Bảng 1 là danh sách các dự án đã áp dụng MĐH để thi công một số loại CTN phục vụ cho khai thác như: hầm kết nối, vận chuyển, thoát nước, thăm dò, khảo sát và hầm dẫn dòng cho các mỏ mới và mỏ cũ.

Yêu cầu sử dụng MĐH cho các dự án khai thác mỏ là tốc độ thi công nhanh, sớm đưa mỏ vào sử dụng để có thể thăm dò, mở rộng mỏ hoặc kết nối các đường lò chuẩn bị. Việc sử dụng MĐH để đào các đường hầm nối các đường lò với nhau tại Mỏ Stillwater ở Mỹ là một ví dụ [1]. Đến nay kế hoạch mở rộng mỏ này đang trong giai đoạn 3. Trong hình H.1 là MĐH dạng hờ có công suất và tiết diện đào lớn được sử dụng tại Mỏ Stillwater. Một số dự án khai thác mỏ khác cũng sử dụng MĐH như mỏ Rio Blanco, Mineral Creek và Ok Tedi.



H.1. MĐH sử dụng ở mỏ Stillwater [1]



H.2. MĐH sử dụng ở mỏ San Manuel năm 1993 [1]

Đầu những năm 1990 một MĐH (hình H.2) được sử dụng để thi công hơn 12 km đường hầm có đường kính 4,6 m tại mỏ San Manuel ở Arizona, Mỹ. Xây dựng đường hầm dẫn dòng tại Rio Blanco để cung cấp nước cho mỏ El Teniente tại Chile. Đường hầm có chiều dài 11 km và có đường kính 5,7 m (hình H.3). Thời gian đầu tốc độ thi công bằng MĐH tại Rio Blanco rất chậm do đất đá quá cứng, có độ thấm thấu rất cao. Tuy nhiên sau khi MĐH được

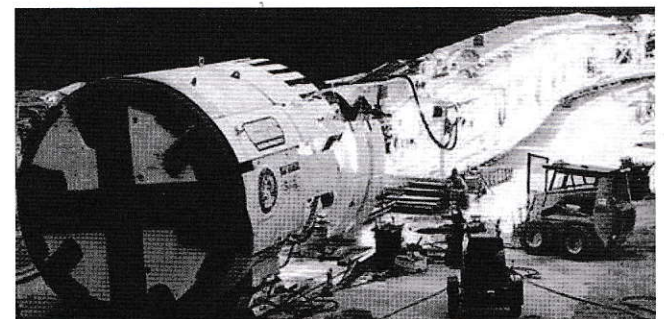
điều chỉnh thì tốc độ thi công là 30 m/ngày.



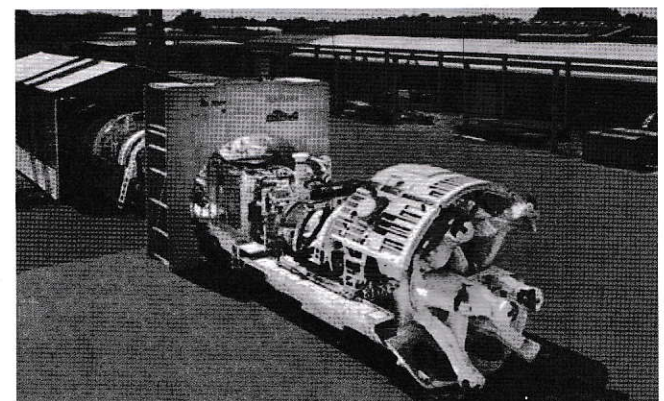
H.3. Khu vực đặt MĐH tại El Teniente [8]



H.4. MĐH sử dụng đào hầm thăm dò tại Los Bronces [8]



H.5. MĐH tại mỏ Stillwater [8]



H.6. Hệ thống đào hầm [8]

Một trường hợp đáng chú ý là MĐH được thiết kế riêng để thi công mỏ Anglo American Los Bronces tại Chile (hình H.4). Mỏ có độ cao hơn 4000 m so với mực nước biển với 8 km đường hầm được xây dựng. Một chủng loại MĐH khác cũng được sử dụng để thi công gần 30 km đường hầm kỹ thuật chính kết nối với các mỏ được xây dựng từ cuối những năm 1980 và 1990 tại mỏ Stillwater ở Montana (hình H.5) [8] để nâng công

suất của mỏ.

Những tiến bộ về khoa học kỹ thuật đã được áp dụng thiết kế MĐH để có thể thi công các đường hầm kỹ thuật ở các mức phức tạp khác nhau. Akér-Wirth đã phát triển hệ thống đào hầm (TBS - Tunnel Boring System) (hình H.6) thi công thử 2 km đường hầm tại mỏ Northparkes, Úc. Hệ thống đào hầm này được điều hành bởi Strabag, một nhà thầu có rất nhiều kinh nghiệm từ Áo.

Bảng 1. Một số dự án khai thác sử dụng MĐH [5]

Tên dự án	Nước sử dụng	Năm ⁽¹⁾	Chiều dài công trình (km)	Kích thước công trình (m)
Step Rock Iron	Canada	1957	0,30	2,74
Nchanga	Zambia	1970	3,20	3,65
Oak Grove	Mỹ	1977	0,20	7,4
Blyvoor	Nam Mỹ	1977	0,30	1,84
Fosdalen	Norway	1977	670	3,15
Blumenthal	Đức	1979	10,6	6,5
Westfalen	Đức	1979	12,7	6,1
Donkin Morien	Canada	1984	3,60	7,6
Autlan	Mexico	1985	1,80	3,6
Kiena	Canada	1986	1,40	2,3
Stillwater EB	Mỹ	1988-1991	6,40	4
Fraser (CUB)	Canada	1989	1,50	2,1
Rio Blanco	Chi Lê	1992	11,0	5,7
San Manuel	Mỹ	1993	10,5	4,6
Cigar Lake	Canada	1997	>20	4,5
Port Hedland	Úc	1998	1,3	5,0
Stillwater EB	Mỹ	1998-2001	11,2	4,6
Mineral Creek	Mỹ	2001	4,0	6,0
Amplats	Nam Mỹ	2001	0,35	2,4
Monte Giglio	Ý	2003	8,5	4,9
Tashan Coal	Trung Quốc	2007		4,9
Ok Tedi	SNG	2008	4,8	5,6
Los Bronces	Chi Lê	2009	8,0	4,2
Stillwater Blitz	Mỹ	2012-2013	6,8 ⁽²⁾	5,5
Grosvenor Coal	Úc	2013	1,0 ⁽²⁾	8,0
Oz Minerals	Úc	2013	11,0 ⁽²⁾	5,8
Northparkes	Úc	2013	2,0b	5,0
El Teniente	Chi Lê	2014	6,0b	10,0

Ghi chú: 1 - Năm bắt đầu thi công công trình; 2 - Chiều dài công trình dự kiến

Bảng 2. Tốc độ thi công của MĐH tại một số dự án [8]

Tên dự án	Nước sử dụng	Năm	Kích thước công trình, m	Tốc độ thi công, m/ngày
Stillwater EB	Mỹ	1988-91	5,5	15
Rio Blanco	Chile	1992	5,7	30
San Manuel	Mỹ	1993	4,6	17
Mineral Creek	Mỹ	2001	6,0	18
Ok Tedi	PNG	2008	5,6	30
Los Bronces	Chile	2009	4,2	17

3. Một số đặc điểm kỹ thuật quan trọng cần lưu ý khi sử dụng MĐH

3.1. Điều kiện địa chất

Điều kiện đất đá thường xuyên thay đổi trong các mỏ và đây là một thách thức lớn trong việc quy hoạch, thiết kế đường hầm. Một số loại khoáng chất có hại như zeolit, thạch cao,... thường tồn tại trong các lớp đá gốc và đây là nguyên nhân chính gây phong hóa, làm giảm cường độ chịu lực của đất đá.

Các loại MĐH hiện nay được thường sử dụng trong điều kiện đất đá đồng nhất, có cường độ kháng nén từ 150 MPa đến 250 MPa. Nếu đất đá rất cứng, có cường độ kháng nén lớn hơn thì nó ảnh hưởng đến tốc độ tiến gương của MĐH cũng như tốc độ thi công CTN. Tuy nhiên, nếu sử dụng đĩa cắt có kích thước lớn (đến 483 mm) kết hợp với lực cắt lớn có thể đảm bảo tiến độ thi công. Ngoài ra MĐH được sử dụng để thi công các đường hầm có chiều dài lớn nên trong quá trình thi công gặp các điều kiện bất lợi ảnh hưởng đến tốc độ thi công và dễ xảy ra sự cố như: cát chảy, bùn, phay phá,... Do đó việc điều tra khảo sát điều kiện địa chất thủy văn công trình phải được thực hiện chi tiết, chính xác để nhà thầu, tư vấn ra quyết định có/không sử dụng MĐH.

3.2. Chiều dày đá phủ/ứng suất quá giới hạn

Một trong những cân nhắc quan trọng để quyết định sử dụng MĐH thi công CTN là chiều dày lớp đá phủ dọc theo tuyến hầm và có khả năng vượt quá ứng suất giới hạn. Đất đá có khả năng vượt quá ứng suất giới hạn trong các điều kiện sau: chiều dày đá phủ lớn; đá có độ bền yếu hoặc trung bình; ứng suất nén cao.

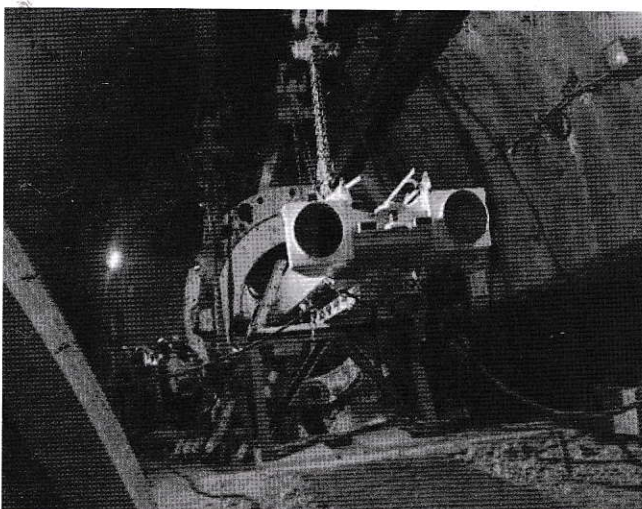
Đánh giá khả năng xảy ra ứng suất quá giới hạn thì phải thực hiện thí nghiệm nén đơn trục và đo ứng suất lại hiện trường. Việc đánh giá độ cứng của đất đá có thể thực hiện bằng cách quan sát các vết lộ tại hiện trường hoặc dựa trên kinh nghiệm của các chuyên gia về các loại đất đá khác nhau. Lý tưởng nhất là đất đá được thí nghiệm tại phòng thí nghiệm hoặc đánh giá dựa vào các lỗ khoan khảo sát tại hiện trường.

MĐH được đánh giá là không thích hợp thi công các đường hầm dài, nằm sâu, nơi mà đất đá dễ xảy ra ứng suất quá giới hạn do đất đá có độ bền thấp hoặc ứng suất tại hiện trường lớn. Dưới điều kiện ứng suất lớn có thể xảy ra hiện tượng nổ đá làm mất an toàn đến công nhân trong quá trình thi công. Brox (2012, 2013) đưa ra một phân loại đánh giá khả năng vượt quá ứng suất, gồm cả khả năng nổ đá dựa trên các tiêu chí nút vỡ thực nghiệm và đã được kiểm chứng tại một số dự án thi công

CTN sử dụng MĐH. Hình H.7 là hệ thống (có tên McNally) được áp dụng để đánh giá khả năng vượt quá ứng suất giới hạn và xảy ra nổ đá khi thi công bằng MĐH [2], [3].



H.7. McNally - Hệ thống hỗ trợ MĐH [2]



H.8. Lắp ráp MĐH tại Mỏ Los Bronces [2]

3.3. Tiếp cận công trường và địa hình

Thông thường chiều dài của máy đào hầm trong khoảng 8÷10 mét và trọng lượng có thể lớn hơn 13 tấn và đặc biệt MĐH sẽ được lắp đặt đồng bộ trước gương hầm. Do đó, để các thiết bị lắp đặt có thể dễ dàng tiếp cận được khu vực thi công, thì địa hình cần có góc dốc thấp, hoặc là có thể sử dụng trục thẳng (ví dụ Mi26) có sức nâng 20 tấn để vận chuyển thiết bị thì máy đào hầm có thể được sử dụng ở những nơi có địa điểm chật hẹp hơn.

Mặc dù rất nhiều mỏ có điều kiện tiếp cận công trường tốt, thông qua các tuyến đường vào công trường đã tồn tại trước đó. Tuy nhiên, với các dự án mới, một số phương án tiếp cận hiện trường một cách nhanh nhất cần phải có trong một số trường hợp

khẩn cấp, đặc biệt là trong điều kiện đồi núi.

3.4. Yêu cầu về lắp đặt MĐH

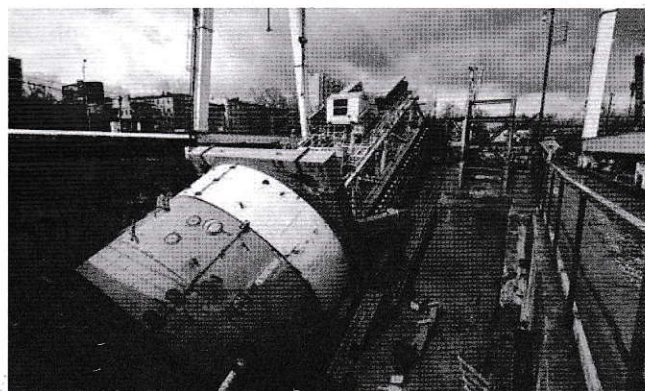
Vị trí trước cửa hầm thi công phải phải đủ rộng và phải thuận tiện khi lắp ráp MĐH, chuẩn bị cho quá trình đào những mét hầm đầu tiên. Do vị trí cửa hầm tồn tại mái dốc, do đó nguy cơ xảy ra trượt lở hay đá lở luôn tiềm tàng. Không gian thi công bằng MĐH luôn lớn hơn bằng phương pháp khoan nổ mìn. Do đó nguy cơ nguy cơ xảy ra trượt lở, sự cố cũng lớn hơn trong quá trình khi thi công CTN bằng MĐH. Hình H.8 miêu tả lắp ráp MĐH tại mỏ Los Bronces-Chilean Andes, có chiều dài hầm 4000 m.

3.5. Định tuyến, độ dốc của công trình

Độ dốc hợp lý khi thi công CTN bằng MĐH là dưới 3 %, nếu độ dốc lớn hơn thì phải sử dụng hệ thống hầm. Bán kính cong của đường hầm có bán kính tối thiểu nằm trong khoảng 250÷300 m. Hiện nay, hệ thống đào hầm được phát triển bởi Aker-Wirth và đang trong quá trình thử nghiệm tại mỏ Northparkes và được thiết kế đặc biệt để có thể hoạt động trong bán kính tối thiểu nằm trong khoảng 30 m và hoạt động tốt trong điều kiện phức tạp.



H.9. Công trình ngầm đi lên [4]



H.10. Công trình ngầm đi xuống [4]

Các tuyến CTN nên được thiết kế tránh các vị trí có điều kiện đất đá yếu, phức tạp, phay phá, hay các địa điểm có góc dốc cao để giảm được đến

mức tối thiểu cần sự hỗ trợ từ bên ngoài. Trường hợp đặc biệt, MĐH có thể áp dụng để thi công giếng nghiêng cho các dự án thủy điện và các ga tàu điện ngầm với góc dốc điển hình có thể lên đến 45°. Hình H.9 mô tả giếng nghiêng có góc dốc 35° (hướng đi lên) cho dự án thủy điện tại Thụy Sĩ. Hình H.10 mô tả thi công CTN có góc dốc 30° (hướng đi xuống) tại Moscow, LB Nga.

3.6. Kinh nghiệm của các nhà thầu thi công

Kinh nghiệm của các nhà thầu trong việc sử dụng MĐH để thi công các công trình ngầm là chìa khóa để thành công của dự án. Việc lựa chọn chủng loại MĐH nên căn cứ vào kinh nghiệm của các nhà thầu với các đường hầm có kích thước, điều kiện tương tự. Hiện nay có nhiều nhà thầu quốc tế uy tín có nhiều kinh nghiệm về thi công bằng MĐH. Để MĐH đạt hiệu quả trong quá trình thi công thì đội ngũ công nhân vận hành máy phải lành nghề, có kinh nghiệm, kỹ năng cần thiết để hỗ trợ quá trình xây dựng. Trong một số trường hợp khi thi công bằng MĐH thì một số vị trí cần phải được đào tạo đặc biệt và cần có kỹ năng tay nghề cao như: điều khiển MĐH, cơ khí, điện,...

3.7. Tiến độ dự án và mua MĐH

Hoàn thành sớm hoặc đúng tiến độ là điều tối cần thiết trong các dự án khai thác mỏ. Để các dự án được sớm đưa vào khai thác thì việc sử dụng MĐH có thể là một biện pháp rút ngắn thời gian thi công. Trong một số trường hợp, chủ đầu tư nên xem xét việc mua MĐH ở giai đoạn đầu của quá trình thi công CTN chứ không cần phải đợi đến lúc sau khi ký hợp đồng. Thông thường thời gian đặt mua MĐH mới nằm trong khoảng 12÷14 tháng [7].

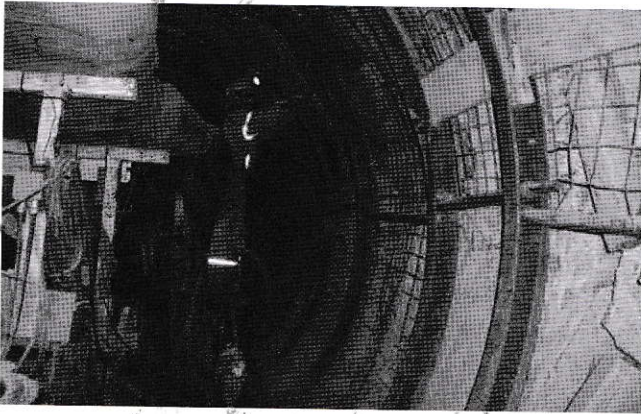
3.8. Xác định kích thước tối thiểu của MĐH

Một trong những vấn đề quan trọng liên quan đến việc áp dụng MĐH là đường kính tối thiểu của CTN cần phải đáp ứng được đường kính yêu cầu tối thiểu của MĐH để có thể dễ dàng lắp dựng máy và đảm bảo MĐH hoạt động hiệu quả trong quá trình thi công. Xác định đường kính tối thiểu của MĐH trong các mỏ cần được tiến hành, tính toán dựa trên khoảng cách tối thiểu, yêu cầu về kết cấu chống, dự báo biến dạng lớn nhất xung quanh đường hầm trong các điều kiện đất đá khác nhau và cuối cùng là chiều dày kết cấu chống cố định. Thực tế chứng minh, MĐH có đường kính khoảng 4 m được coi là kích thước tối thiểu và đáp ứng được các tiêu chí được trình bày trên. Hình H.11 cho thấy không gian tối thiểu để lắp vì thép trong điều kiện đất đá yếu với MĐH có đường kính 4 m.

3.9. Vỏ chống bê tông cho CTN sử dụng MĐH

Loại kết cấu chống và vỏ chống của CTN phụ thuộc vào đặc điểm đất đá xung CTN đi qua, độ ổn định của CTN và thời gian sử dụng của công trình.

Hiện nay rất nhiều mỏ muốn kéo dài tuổi thọ của CTN lên trên 40 năm, với các dự án như vậy, cần phải thận trọng xem xét việc áp dụng tiêu chuẩn thiết kế phù hợp với kỹ thuật xây dựng đường hầm [6]. Trong một số trường hợp sử dụng vỏ chống bằng bê tông sẽ đem lại lợi ích về chi phí do giảm thiểu được các yêu cầu về bảo trì trong suốt thời gian tồn tại của mỏ. Thông thường CTN thành phố, hệ thống thoát nước, xử lý nước thải bằng MĐH thì vỏ chống bê tông cốt thép lắp ghép thường được sử dụng. Hình H.12 minh họa vỏ chống bằng bê tông cốt thép khi thi công CTN bằng MĐH.



H.11. Lắp đặt vi thép tại CTN có đường kính 4 m, sử dụng MĐH [6]



H.12. Kết cấu chống bằng bê tông cốt thép khi thi công CTN bằng MĐH [6]

3.10. Công tác hậu cần

Công tác hậu cần cần thiết nhất khi sử dụng MĐH là nguồn điện. Lượng điện cấp cho MĐH khác nhau với các kích thước máy khác nhau và lượng điện thông thường là 1,5 MW cho một máy đào hầm có đường kính 4 m và 8 MW cho MĐH có đường kính 10 m. Ngoài ra còn phải cấp điện cho hệ thống thông gió và chiếu sáng. Thực tế chứng minh nếu so sánh với việc sử dụng động cơ diesel, thì nhà thầu thi công có thể tiết kiệm hàng triệu đô la nếu MĐH được cấp điện từ nguồn điện chuẩn như hệ thống điện quốc gia.

4. Kết luận

Hiện nay, việc sử dụng MĐH cho các dự án khai thác mỏ tại Việt Nam chưa được quan tâm. Trong khi đó, thực tế chứng minh, nếu đánh giá kỹ lưỡng các vấn đề quan trọng, liên quan đến kỹ thuật sử dụng MĐH tại các dự án mỏ sẽ đem lại lợi ích lớn về kinh tế cũng như tiến độ cho các chủ đầu tư. Trong bài báo, tác giả nghiên cứu, đúc rút những bài học, kinh nghiệm được rút ra từ các dự án trước đó để việc sử dụng MĐH được hiệu quả hơn. Tuy nhiên, việc áp dụng MĐH cho các dự án khai thác mỏ còn nhiều vấn đề cần được quan tâm. Cho nên cần phải có một đánh giá toàn diện về các dạng sự cố có thể xảy ra khi sử dụng MĐH. Việc sử dụng MĐH đem lại lợi ích lớn về tiến độ thi công, đồng nghĩa với việc nhanh chóng đưa dự án vào khai thác làm giảm giá thành khoáng sản. Tuy nhiên, MĐH không phải là giải pháp tối ưu nhất là với các đường hầm dài, dễ xảy ra sự cố trong các điều kiện đất đá yếu như cát chảy hoặc các phay phá,... hoặc là các vị trí có nhiều đường lò giao cắt thì việc áp dụng phương pháp truyền thống như khoan nổ mìn sẽ đem lại hiệu quả tốt hơn. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alexander C., 1999, "Development of Stillwater Mining Company's east boulder project using tunnel boring technology," SME Annual Meeting, 1999, Denver, CO, 99-35.
2. Brox D.R. 2012, "Evaluation of Overstressing of TBM Excavated Tunnels in British Columbia," Tunneling Association of Canada Conference, Montreal.
3. Brox D.R. 2013, "Evaluation of Overstressing of Deep Hard Rock Tunnels," International Tunneling Association Congress, Geneva.
4. Bullock R.L., 1994, "Underground hard rock continuous mining," Mining Engineering, Vol. 46, No. 11, pp. 1254-1258.
5. Cigla M., Yagiz S., and Ozdemir L., 2001, "Application of tunnel boring machines in underground mine development," 17th International Mining Congress of Turkey.
6. Luxner T., 2012, "Use of tunnel boring machines at the Stillwater Mining Company's underground PGM mines," SME Publication.
7. Rostami J., 1997, "Issues related to selection, design optimization, and performance prediction of tunnel boring machines (TBM) for mining applications," SME Annual Meeting, 2012, Seattle, WA, 12-067.
8. Tilley C., 1989, "Tunnel boring at the Stillwater Mine Nye, Montana," Rapid Excavation and Tunneling Conference Proceedings, Chapter 29.

(Xem tiếp trang 25)

4. Kết luận

Nghiên cứu dự đoán mức độ ổn định, tải trọng tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm từ các giá trị chuyển dịch khối đá gần biên là một hướng nghiên cứu mới thuộc lĩnh vực cơ học đá, cơ học công trình ngầm. Những kết quả nghiên cứu trên đây mới chỉ mang tính nghiên cứu định hướng lý thuyết, ý tưởng lớn. Để có thể sử dụng trên thực tế, hướng nghiên cứu mới này vẫn cần tiếp tục hoàn thiện. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng, Nguyễn Phúc Nhân. Ảnh hưởng của khe nứt tới kích thước vùng phá hủy xung quanh đường hầm. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2. 1996. Tr. 6-8.

2. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc. Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. Hà Nội. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2005. 460 trang.

3. Дружко Е.Б., Заславский Ю.З., Перепичка Ф.И. Устойчивость основных горных выработок. Донецк. Изд. "Донбасс". 1975.

4. Кошелев К.В., Томасов А.Г., Самойлов В.Л., Бурма И.И. Крепление и охрана выработок в сложных горногеологических условиях. Киев. Изд. "Техника". 1986. 110 стр.

Ngày nhận bài: 18/03/2018

Ngày gửi phản biện: 16/06/2018

Ngày nhận phản biện: 21/08/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/04/2019

Từ khóa: mức độ ổn định; tải trọng; áp lực; kết cấu chống giữ; công trình ngầm; chuyển dịch khối đá trên biên; cơ học đá; cơ học công trình ngầm

SUMMARY

Research to predict the level of stability, load acting on the structure of underground construction basing on the values of rock mass deformation on the underground construction border is a new research direction in the field of rock mechanics and underground engineering. The study results in this paper are only a theoretical orientation. In order to be able to use in practice, this new research direction still needs to continue to improve.

MỘT SỐ LƯU Ý...

(Tiếp theo trang 31)

Ngày nhận bài: 12/08/2018

Ngày gửi phản biện: 16/09/2018

Ngày nhận phản biện: 20/10/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/04/2019

Từ khóa: máy đào hầm, công trình ngầm, khai thác mỏ, bài học, kinh nghiệm

SUMMARY

The use of TBMs for mining projects has not been without its fair share of challenges. Any simplified perception that TBMs cannot be used for mining projects is false, as it is subject to geological risk. Therefore, within the paper outlines the key technical issues that need to be considered for the use of TBMs for mining projects, the advantages and disadvantages of the use of TBMs, some minimum requirements for their use and some unique approaches for geotechnical investigations required for their use.

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT...

(Tiếp theo trang 36)

Ngày nhận bài: 19/07/2018

Ngày gửi phản biện: 16/09/2018

Ngày nhận phản biện: 25/12/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/04/2019

Từ khóa: kết cấu neo, tiêu chuẩn kiểm tra, quy trình nghiệm thu

SUMMARY

This paper proposed the construction requirements for rockbolts support structure in some conditions such as coal seams thickness, roadways angle and proposal testing standards, acceptance procedures for bolting support of the roadway construction.