

Nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện địa cơ học đường lò đến hiệu suất, tiêu hao răng cắt của combai đào lò trong đá rắn cứng - một số đề xuất

Considerations the effects of geotechnical condition for the performance and bit wear rate of roadheader in hard rock – some proposals

Tác giả:

TS. Đào Văn Canh

Bộ môn Xây dựng Công trình Ngầm và Mỏ - Đại học Mỏ địa chất

KS. Phạm Tiên Vũ (phamtienvu@gmail.com)

Phòng Công nghệ Xây dựng Công trình Ngầm và Mỏ Viện Khoa học Công nghệ Mỏ

Tóm tắt

Ngày nay, trong công nghiệp xây dựng công trình ngầm và mỏ, combai đào lò (roadheader) đã trở thành một trong những thiết bị khai đào cơ giới phổ biến nhất. Những loại máy này được sử dụng chủ yếu để khai đào trong đất đá mềm đến cứng trung bình. Gần đây những loại combai đào đá cứng tới rất cứng đã xuất hiện trong rất nhiều công trình tại các nước có nền công nghiệp hầm mỏ phát triển. Tuy nhiên việc áp dụng combai đào lò đem lại hiệu quả kinh tế còn gặp phải nhiều khó khăn, phần nhiều các khó khăn đó có liên quan trực tiếp đến điều kiện địa cơ học khu vực đường lò đi qua. Bài báo này đề cập tới các ảnh hưởng của điều kiện địa cơ học đến hiệu suất và tiêu hao răng cắt của combai đào lò trong đá rắn cứng, đồng thời đưa ra một số đề xuất về lựa chọn combai đào lò trong đá rắn cứng cho các mỏ hầm lò Việt Nam.

Abstract

Nowaday, roadheaders are one of the most popular mechanized excavators used in mining and civil underground construction. These machines are primarily used in soft to medium hard rocks. In recent years, some kinds of roadheader are introduced in developed underground mining countries. However, there are a lot of difficulty in economical application, most of them are related with geotechnical conditions directly. This paper reviews the geotechnical conditions which influence the performance and bit wear rate of hard rock roadheaders and bring out some proposals in choosing a suitable roadheader for Vietnamese underground and mining.

1. Nền tảng

Các combai truyền thống hoạt động trong đất đá trầm tích với cường độ kháng nén tự do nhỏ hơn 100 MPa (~15000 psi). Đôi khi chúng cũng có thể đào được trong đá rắn cứng với điều kiện có sự xuất hiện của các nứt nẻ, mặt phân lớp hoặc các mặt liên kết yếu khác. Khi cường độ đất đá, đặc biệt có sự suất hiện của silica tăng lên thì hiệu suất của combai bị giảm một cách rõ rệt.

Các lí do chính bao gồm:

- Sự không đáp ứng được của công cụ cắt để tạo ra một lực xuyên nhập cao;
- Sự không thích hợp của máy để duy trì các răng cắt hoặc khả năng của các răng để hoạt động;
- Trọng lượng khối của combai nhỏ không đủ để đáp ứng lại phản lực tác động lại;
- Sự thiếu hụt về thông tin về tính chất vật lí của đất đá liên quan.

Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất và tiêu hao răng cắt của combai có thể kể đến như:

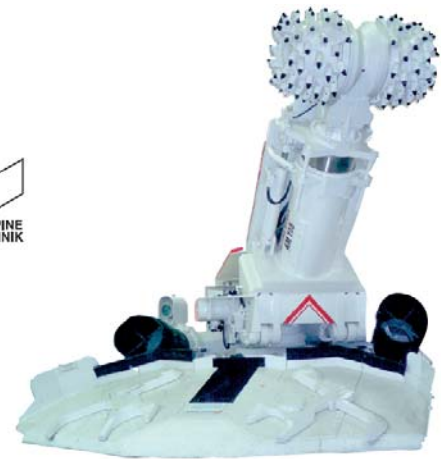
- Các thông số đá chẳng hạn như: cường độ kháng nén và kháng kéo, phần trăm lượng khoáng cứng và độ mài mòn cao (vd: hàm lượng quartz), kiến trúc đá, kiểu chất nền và độ cứng, các tính chất cơ học về phương chiều trong thành phần khoáng, các đặc tính đàn hồi của vật liệu đá.

- Các điều kiện đại chất xung quanh công trình chẳng hạn như: độ nứt nẻ (RQD), điều kiện nứt nẻ, nước ngầm, các vùng phay phá, các vị trí gương giao nhau, và phân loại khối đá chung và yêu cầu chống giữ.
- Các thông số kỹ thuật máy bao gồm: trọng lượng máy, công suất đầu cắt, lực dẫn tiến, bán kính cong, khả năng nâng hạ của cần khâu, kiểu đầu cắt (đọc trực và ngang trực), kiểu răng cắt, kích cỡ, các thông số kỹ thuật khác, số lượng và kiểu bố trí răng trên đầu cắt, khả năng của hệ thống hỗ trợ.
- Các thông số về hoạt động chẳng hạn như: tiết diện, kích cỡ, chiều dài của gương hầm, độ nghiêng hầm, các đường rẽ hay các vị trí giao cắt, sự phối hợp cắt và các tính năng hỗ trợ hoạt động, số lượng điều kiện đá trong đường hầm, phương pháp chống giữ nền móng, lịch trình công việc: số ca làm việc trên ngày, số ngày làm việc trong tuần...vv.

Các đầu cắt của combai với các răng cắt được bọc vật liệu cacbua đã giải quyết được bài toán khai đào vào đá nguyên khối của các máy combai khai đào kiểu cần (roadheaders). Tuy nhiên, các loại đất đá chứa hàm lượng silic cao làm giới hạn phạm vi áp dụng của roadheader trong đá rắn cứng bởi sự phát sinh nhiệt ở các đầu cắt. Một loại răng cắt bọc các búa có chứa một hàm lượng coban đã cải thiện đáng kể độ bền và giảm nhiệt sinh ra trên đầu các răng. Gần đây, một vật liệu đã được chế tạo trong công nghiệp chế tạo thép để chế tạo thân răng cắt. Vật liệu này có độ bền và độ mài mòn lớn hơn nên chúng có thể ngăn ngừa được sự phá hủy của đầu bọc răng sớm. Nhìn chung các răng cắt sẽ có các cán răng dài hơn với ít vật liệu xung quanh đầu bọc hơn do đó các vật liệu hỗn hợp có chất lượng tốt hơn có thể chịu đựng được tác động của các lực trên đỉnh răng cắt. Các phát triển gần đây trong chế tạo đầu bọc kiểu lớp bằng kim cương đa tinh thể và các đĩa cắt với kích thước nhỏ tạo ra một bước đột phá trong công nghệ răng cắt. Nhiều công cụ cắt mới để áp dụng cho các thiết kế combai đã được ra đời. Điều đó tạo hiệu quả lớn trong việc sử dụng các động cơ đầu cắt công suất lớn, và cải thiện đáng kể phạm vi áp dụng của combai trong đá có hàm lượng silic cao. Từ năm 1995 đến năm 1999 một chương trình có tên: Nâng cao năng lực các công cụ cắt và các hệ thống cắt trong điều kiện đá cứng - “Improvement of the Capabilities of Cutting Tools and Cutting Systems for Hard Rock Conditions” được thực hiện bởi Voest- Alpine Bergtechnik GmbH phối hợp cùng Montanuniversität Leoben, Sandvik Rock Tools AB, Association Pour la Recherche et le Developpement des Methodes et Processus Industriels, Austrian Research Centers Sieberdorf, Thyssen Schachtbau GmbH và Sociedade Mineira de Neves Corvo S.A. Kết quả của chương trình này là một thế hệ các răng cắt, công cụ cắt có tên ICUTROC (IC) ra đời với khả năng cắt đá cứng cao hơn hẳn những sản phẩm cùng loại với tuổi thọ và độ tin cậy cao, đánh dấu một bước ngoặt trong công nghệ khai đào đất đá bằng các máy khai đào cơ giới.



Hình 1. Combai MK-4 (Doso – Anh) với khả năng cắt hiệu quả trong đá có UCS lên tới 130 MPa



Hình 2. Combai AM-105IC (Voest Alpine – Áo) với công nghệ ICUTROC có khả năng cắt đá hiệu quả trong đá có UCS lên tới 140 MPa

2. Cơ bản về phá vỡ đất đá bằng răng cắt của combai

Khi cắt, các đầu răng cắt tiếp xúc với đất đá tại một góc xuyên nhập thiết lập. Khi công cụ xuyên nhập vào đất đá, một vùng vật liệu bị đập vụn được hình thành dưới công cụ cắt, vật mà truyền áp lực lên đất đá xung quanh nó. Trong vùng này, một bóng áp lực được hình thành và các hiệu ứng thủy lực của các hạt mịn truyền trong hệ thống nứt nẻ trong kiến trúc đất đá. Các nứt nẻ này là không sâu lắm đối với các lực giới hạn bởi công cụ, mà nó tạo ra một vùng đập vỡ nhỏ liên đới với một lực nhỏ. Sự thành công của những cú đập tiếp theo tại một khoảng cách đặt tạo ra bước tiến của khe nứt và hình thành nên các mảnh vỡ và rời khỏi khối đá trên gương.

Nhưng do thiếu đi độ cứng vững và sự tự nhiên của quá trình cắt với các máy khiêu cần khâu, các công cụ cắt di chuyển trên gương rất khó khăn. Kết quả là tạo ra sự vệt mòn của răng cắt và dẫn đến việc cắt không hiệu quả do việc không tận dụng các vùng nứt nẻ đã hình thành từ các vết cắt trước.

Khoảng cách của các vết cắt có một ảnh hưởng đáng kể đến các lực cắt. Khoảng cách vết cắt ngắn có nghĩa là việc cắt không thích hợp và lượng đập vỡ vụn quá mức và gây ra một lượng bụi lớn. Một khi khoảng cách này được tăng lên thì việc cắt trở lên hiệu quả hơn tùy theo điểm cắt thích hợp nơi mà sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa các vết cắt với đất đá tạo nên sự liên tục thích hợp. Năng lượng riêng của việc cắt được định nghĩa là năng lượng cần thiết để cắt một lượng đất đá ra khỏi khối đá, và đó là yếu tố chính yếu của hiệu quả cắt. Năng lượng riêng sử dụng nhỏ cũng có nghĩa là việc cắt là hiệu quả. Có một dạng tính trên cơ sở khoảng cách trên xuyên nhập theo tỷ số S/P để tối thiểu hóa năng lượng cắt. Dạng tính này là độc nhất đối với mỗi loại đất đá và nó quyết định đến thiết kế đầu cắt của combai cũng như là hình dạng của đầu cắt. Đối với các răng cắt cầu tiếp xúc điểm thì tỷ số S/P tối ưu thông thường là 2-4. Trong các đất đá dòn thì tỷ số

này còn có thể lớn hơn 4 (Ozdemir 1978). Hình dạng của răng cắt cũng ảnh hưởng đến độ xuyên sâu và vật liệu cắt đảm bảo khi cắt tạo ra luồng vật liệu thải.

Trong các đất đá chứa silica, một chỉ số được đề xuất bởi Schimazek (1987) là một đại lượng về độ mài mòn liên quan đến hàm lượng quartz có trong tổng một lượng đất đá. Chỉ số này chỉ ra tính khả thi của việc cắt đất đá với các combai có công cụ cắt kiểu tiếp xúc điểm và được Schimazek mô tả như sau:

$$I_c = \frac{V \cdot T_d \cdot \sigma_t}{100}; \quad (1)$$

Trong đó: I_c = Chỉ số cắt
 T_d = Đường kính nguyên dạng cỡ hạt quartz
 σ_t = Cường độ kháng kéo
 V = Thể tích của khoáng chất cứng là % hạt quartz

Ngoài yếu tố địa chất ra, các yếu tố còn lại thuộc về đặc tính kỹ thuật riêng của máy. Trong phạm vi bài viết chỉ xét đến các yếu tố địa cơ học của khối đá và ảnh hưởng của chúng tới hiệu suất và tiêu hao răng cắt của combai đào lò.

3. Các thông số địa cơ học ảnh hưởng đến hiệu suất và tiêu hao răng cắt combai đào lò

Một số tính chất của đất đá và điều kiện địa cơ học khối đá có tác động đến các lực cắt tác động của của răng cắt hay của toàn bộ hệ thống đầu khâu, vì thế nó làm ảnh hưởng đến hiệu suất và tiêu hao răng cắt của combai, chúng bao gồm:

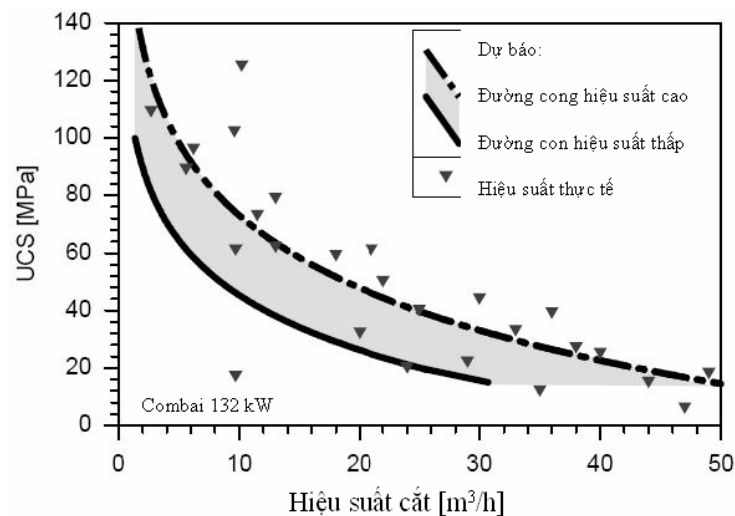
- Tỷ trọng hay trọng lượng riêng, ảnh hưởng đến quá trình xúc bóc của thiết bị khai đào;
- Cường độ kháng nén dọc trục (UCS) là một trong những thông số hết sức quan trọng ảnh hưởng đến khả năng phá đá;
- Cường độ kháng kéo, tách (phương pháp thử nghiệm của Brazil) thể hiện độ dai của cấu trúc đất đá;
- Tốc độ truyền sóng âm (Ultrasonic pulse velocity- acoustic velocities) phản xạ đều của đất đá và tính giòn của nó và ảnh hưởng đến tính dễ khai đào;
- Hằng số đàn hồi, (Mô đun Young và hệ số Poisson) nó cũng chỉ ra tính tính vững chắc và độ giòn của đất đá;
- Chỉ số độ mài mòn Cerchar (CAI) là một thử nghiệm về độ mài mòn trực tiếp để chỉ ra loại đầu bọc răng cắt;
- Tỷ số cường độ kháng nén trên cường độ kháng kéo (UCS:T) là một phép đo lường về độ bền dai của đá và kiến trúc đất đá;
- Mức độ phân lớp và nứt nẻ của đất đá (RQD).

3.1. Cường độ đất đá ảnh hưởng đến hiệu suất của combai

Độ bền của đá (khối đá) là một chỉ tiêu quan trọng trong việc lựa chọn thiết bị phá đá cũng như có ảnh hưởng lớn đến hiệu quả làm việc của chúng. Theo nguyên lý làm việc của combai

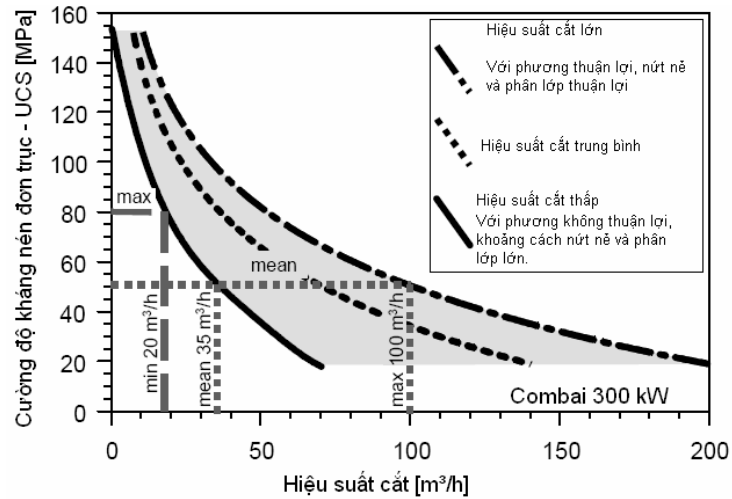
đào lò, lực cản cắt và độ bền kéo là những yếu tố trực tiếp quyết định hiệu quả phá vỡ của khối đá khi chịu lực tác động từ răng cắt. Tuy nhiên, độ bền nén đơn trục (UCS) của đá lại là chỉ tiêu được đưa ra khi lựa chọn đặc tính kỹ thuật của thiết bị cũng như trong các tính toán công nghệ. Theo Speight (1997), có nhiều yếu tố khác nhau của khối đá tác động đến hiệu quả phá đá của máy và không có một yếu tố nào được có tính quyết định, nên các nhà sản xuất thường dùng chỉ tiêu UCS như một chỉ dẫn trong các tính toán và lựa chọn thiết bị của mình. Độ bền nén đơn trục chỉ phản ánh, tác động một phần hiệu quả phá đá của máy combai, mặc dù độ lớn của nó tỷ lệ thuận với lực cản cắt và độ bền kéo của khối đá

Trong tính toán hiệu suất khai đào hầu như người ta thường sử dụng cường độ kháng nén không giới hạn (unconfined compressive strength) của tính chất đất đá cho cho việc dự báo trước hiệu suất cắt. Để dự báo hiệu suất cắt từ cường độ kháng nén, một biểu đồ của nhà sản xuất máy đã được đưa ra như hình số 3 và 6 thường được sử dụng. Trong biểu đồ, hiệu suất cắt thực tế và hiệu suất cắt đòi hỏi ở hầm thoát nước Zeulenroda (Thuringia, Đức) đã chống lại với cường độ kháng nén không giới hạn. Có một sự thay đổi lớn của giá trị UCS có mối liên hệ với tính chất đặc trưng của tất cả các loại đất đá khác nhau (sét kết và quartzite của núi đá phiến Thuringian). Để biết thêm về công trình xem Thuro và Plininger (1998).

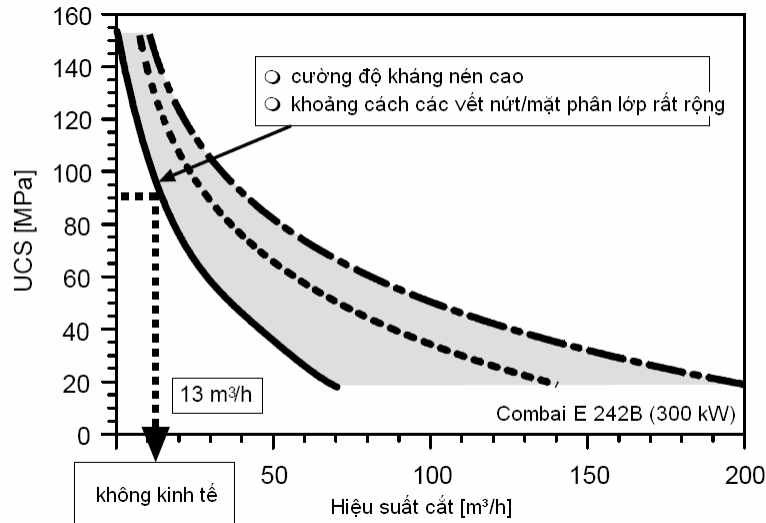


Hình 3. Hiệu suất cắt của máy combai đào lò Atlas Copco Eickhoff ET 120 (132kW) tương ứng với cường độ kháng nén của đất đá. Hiệu suất đòi hỏi và hiệu suất thực tế trong đào hầm thoát nước Zeulenroda

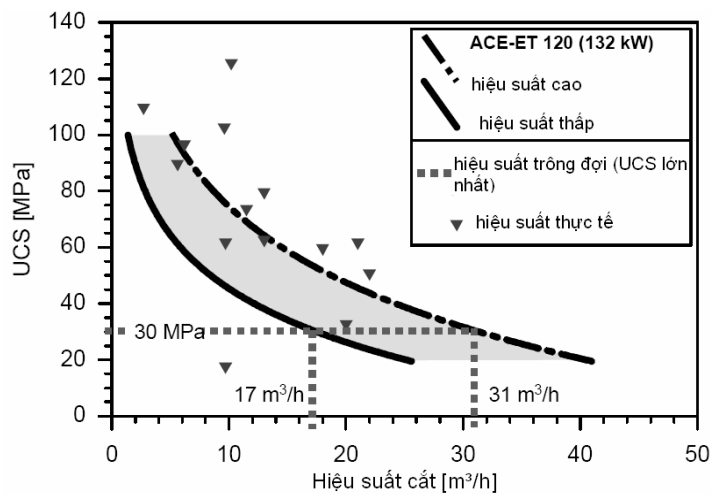
Để có thể dự báo được hiệu suất cắt trong mối liên hệ với cường độ kháng nén, một biểu đồ thường sử dụng bởi các nhà sản xuất máy như trên hình 4. Với cường độ kháng nén là 50 MPa thì hiệu quả cắt là hoàn toàn kinh tế, nhưng đối với những giá trị lớn nhất là 200 MPa thì không hiệu quả.



Hình 4. Hiệu suất cắt của combai với động cơ 300 kW theo cường độ kháng nén.
Đường chấm màu xám thể hiện năng suất cắt tại điều kiện đá cuội kết
với cường độ kháng nén 50 MPa và hiệu suất cắt tính toán xấp xỉ là 35 m³/h tại hầm Altenberg, Idar-
Oberstein

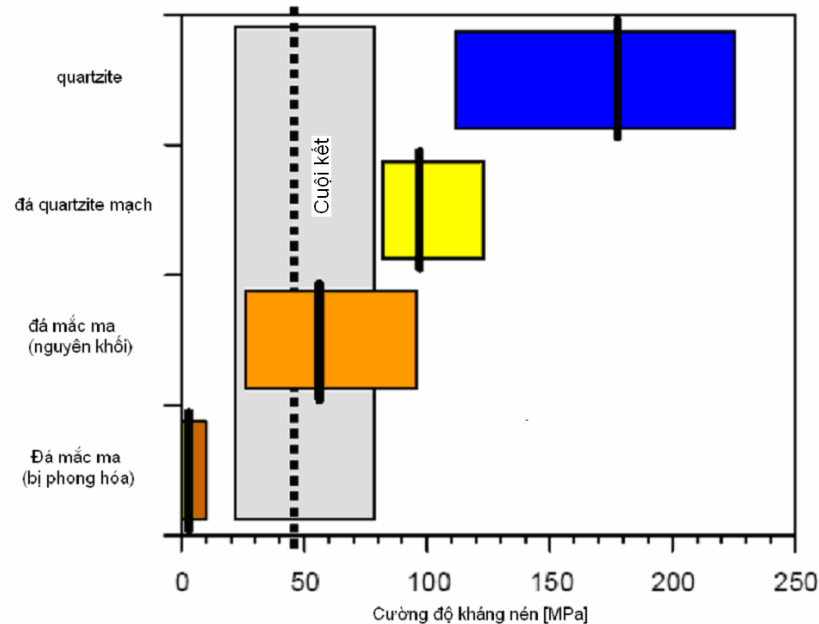


Hình 5. Hiệu suất cắt của combai E 242B (300kW) theo cường độ kháng nén. Hiệu suất thực tế tại hầm
Meistern được vạch bằng nén đứt (13 m³/h)



Hình 6. Hiệu suất cắt của combai Atlas Copco Eickhoff ET 120 (132 kW) theo cường độ kháng nén. Kết quả
thực tế và kết quả trông đợi tại hầm dẫn nước Zeulenroda

Thành phần thạch học ảnh hưởng rất lớn tới cường độ kháng nén của đá, cường độ kháng nén đơn trục của đá cuội kết và thành phần của nó được thể hiện trong hình 7, hình này đã thể hiện một cách rất rõ ràng mức cường độ kháng nén của đá cuội kết là vào khoảng từ 20-80 MPa. Trong đó, đặc biệt các thành phần cứng nhất (quaczit) đạt tới 230 MPa. Trong quá trình khảo sát, chỉ có các mẫu đá cuội kết mà không có các thành phần đơn được thử nghiệm.



Hình 7. Cường độ kháng nén của đá cuội kết và các thành phần của chúng (theo phương pháp nén điểm). Đá quaczit có cường độ lên tới 230 MPa

3.2. Tính chất mài mòn của đá

Trong khi hiệu suất bị ảnh hưởng chính bởi các yếu tố vĩ mô như cường độ kháng nén của đất đá, độ dai (độ biến dạng), tính bất đẳng hướng, tính chất nứt nẻ hay tình trạng bị phong hóa của khối đá (Gehring 1997, Thuro và Spaun 1996 a, b và Verhoef 1997) độ mài mòn công cụ chủ yếu bị ảnh hưởng bởi tính chất vi mô của đá chẳng hạn như hàm lượng quaczit tương đương và sự kết hợp của khoáng (Deketh 1995).

Độ mài mòn của đá ảnh hưởng trực tiếp đến lượng tiêu hao răng cắt của combai. Khi răng cắt của máy combai chà sát, xâm nhập vào khối đá nó có thể bị mài mòn bởi lực ma sát giữa đất đá và vật liệu làm răng cắt. Lực ma sát này phụ thuộc vào hình dạng, kích thước, vật liệu của răng cắt và phụ thuộc vào tính chất của đá. Các yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến độ mài mòn của đá gồm: hàm lượng khoáng vật cứng trong đá; kích thước và mức độ góc cạnh của hạt khoáng vật; mức độ xù xì, gồ ghề của bề mặt tiếp xúc; độ rỗng của đá và độ ẩm ướt; độ bền của khối đá. Với độ mài mòn càng cao thì lượng tiêu hao răng cắt càng lớn, thời gian tháo lắp thay thế răng cắt lớn kéo theo hiệu suất combai giảm.

Hiện nay, có nhiều phương pháp xác định tính mài mòn của đá như: phương pháp của Sievers (Thuy Điền); của Baron, Kuznecov, Koifman (Liên xô cũ); phương pháp LAAT (Los Angeles Abrasion test); phương pháp CAI (Cerchar Abrasiveness Index), phương pháp LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussée).

Đối với máy combai đào lò, nhiều nước trên thế giới, đặc biệt ở Châu Âu, thường sử dụng phương pháp xác định độ mài mòn theo CAI của Trung tâm nghiên cứu than của Pháp (Cerchar—Centre d'Etudes et Recherches de Charbonnages de France).

Trong thử nghiệm Cerchar, một mũi dùi thép sắc nhọn (có độ cứng 200 kG/mm²) với mũi vát góc 90° tỳ lên bề mặt của một mẫu đá với tải trọng tĩnh là 70 N. Mũi thép được dịch chuyển chậm trên một khoảng 10 mm. Quá trình này được lặp đi lặp lại 5 lần ở nhiều hướng khác nhau trên bề mặt đá, và luôn sử dụng mũi thép mới. Độ mài mòn của đá thu được bằng cách đo lường thông qua một kính hiển vi do độ mài mòn trên mũi dùi thép. Đơn vị của độ mài mòn được định nghĩa bằng độ cùn vệt 0,1 mm đường kính dùi.

Sự áp dụng rộng rãi thử nghiệm này của các nhà sản xuất thiết bị thi công hầm, các viện nghiên cứu và các đơn vị tư vấn trong lĩnh vực khai đào đất đá đã đưa CAI trở thành một thông số “tiêu chuẩn” để phân loại độ mài mòn của đá cứng. Cũng trong mục đích này, CAI đã được ÖGG – nước Áo khuyến dùng cho các thiết kế địa kỹ thuật – kết cấu công trình ngầm (ÖGG, 2001).

3.3. Điều kiện phân lớp, nứt nẻ và thể nằm của đá

Các thông số chính của các hệ khe nứt, phân lớp:

- Thể nằm của khe nứt, phân lớp được xác định bởi các yếu tố như: góc phương vị, góc dốc hay góc cắm và phương vị hướng dốc của mặt phẳng khe nứt, phân lớp. Khi đào các đường lò dọc vỉa bằng máy combai, độ lớn của góc dốc mặt khe nứt, phân lớp tỷ lệ nghịch với mức độ khó khăn khi khai đào. Khi đào các đường lò xuyên vỉa, hướng đào lò từ trụ sang vách (lò đào thuận) sẽ thuận lợi hơn hay đào hướng ngược lại (lò đào nghịch).

- Hình thái bề mặt các khe nứt được đánh giá qua hình dạng và độ nhám của bề mặt các khe nứt. Bề mặt các khe nứt có thể là bằng phẳng, phân bậc, cong, lượn sóng hoặc răng cưa và có thể là trơn hay nhám. Các yếu tố này phản ánh mức độ ma sát của bề mặt khe nứt, liên quan đến các hiện tượng trượt dọc theo các mặt khe nứt này.

- Trạng thái của các khe nứt được đánh giá qua các yếu tố khác nhau như các khe nứt có thể tồn tại dưới dạng đóng hay kín (khe nứt kín), hở hay mở (khe nứt mở) hoặc có thể chứa các chất lấp nhét nhất định, có thể liên thông hay gián đoạn. Các chất lấp nhét có thể là không khí hoặc nước, có thể là sản phẩm bị cà nát như sét, sạn hoặc các sản phẩm kết tinh như canxit, thạch

anh. Các chất lấp nhét là canxit, thạch anh làm cho khối đá có độ bền cao hơn so với khối đá có các chất lấp nhét khác trong cùng một điều kiện.

- Chiều dày của phân lớp và mật độ của khe nứt là những yếu tố rất quan trọng ảnh hưởng đến độ bền khối đá. Chiều dày của phân lớp là khoảng cách giữa hai mặt phân lớp, khe nứt cùng hệ. Chiều dày này càng nhỏ, khối đá có độ bền càng thấp và càng thuận lợi khi khai đào bằng máy.

3.4. Phay phá, đứt gãy, uốn nếp và các điều kiện khác

Tại các khu vực có nhiều phay phá, uốn nếp đất đá thường có điều kiện cơ lý của đá, thể nằm, mức độ nứt nẻ, điều kiện thủy văn... thay đổi, xáo trộn nhiều. Khi máy việc trong các khu vực này, combai làm thường phải thay đổi liên tục chế độ làm việc như tốc độ quay của đầu cắt, số lượng răng cắt... để phù hợp với điều kiện đất đá. Điều này là bất tiện và có thể gây ảnh hưởng đến năng suất, hiệu quả của công nghệ khi mật độ phá phá, đứt gãy lớn. Ngoài ra, phay phá thường đi liền với hiện tượng xuất lộ, tụ nước ngầm, bùn đất. Khi khối lượng này lớn sẽ không đào được bằng máy combai. Nếu lượng nước nhỏ kết hợp với đá nền là sét sẽ gây ra hiện tượng búng nền, lún máy, vận hành khó khăn. Do vậy, khi mật độ phay phá lớn đi kèm với tụ bùn, xuất lộ nước sẽ không nên áp dụng đào lò bằng máy combai.

Theo các kết quả nghiên cứu, nước có sự ảnh hưởng ảnh lớn, trực tiếp đến điều kiện cơ lý của khối đá dưới dạng tan rã, hoá mềm, trương nở, hút ẩm, mao dẫn, thấm nước. Dưới tác dụng của áp lực bên ngoài, nước có thể tràn vào các lỗ rỗng làm cho các vi khe nứt mở rộng ra và sẽ phá vỡ mối liên kết giữa các phân tử đá. Khi đó, thể tích của khối đá tăng lên và độ bền giảm xuống, tạo điều kiện cho sự phá vỡ đá với ứng suất nhỏ. Sự ảnh hưởng của nước đối với độ bền khối đá được thể hiện qua thông số hệ số tan rã. Đó là tỷ số giữa giới hạn bền trước và sau khi đá bão hoà nước, hay còn gọi là trị số hoá mềm của đá.

4. Tính toán hiệu suất và tiêu hao răng cắt của combai trên cơ sở điều kiện địa cơ học.

Hiện nay, có nhiều phương pháp để tính toán năng suất cắt của combai đào lò như phương pháp của Levent Ozdemir (Đại học Mỹ Colorado - Mỹ), phương pháp của Nuh Bilgin và Cemal Balci (Đại học Kỹ thuật Istanbul – Thổ Nhĩ Kỳ), phương pháp thực nghiệm của Công ty Voest Alpine...

Voest Alpine có đề xuất một phương pháp tính năng suất dựa trên các thông số đầu vào của điều kiện địa cơ học dựa trên một bảng phân loại RMCR (xem bảng 1 dưới) để tính điểm sau đó tra bảng để cho ra kết quả năng suất khai đào của combai.

Bảng 1. Điều kiện địa cơ học của khối đá ảnh hưởng tới năng suất cắt của combai

Độ bền đơn trục UCS (Mpa)			Kích thước khối đá (m ³)		
Trị số	Luợng điểm		Trị số	Luợng điểm	
1-5	15		>0,6	20	
5-25	12		0,3-0,6	16	
25-50	7		0,1-0,3	10	
50-100	4		0,06-0,1	8	
100-200	2		0,03-0,06	5	
>200	1		0,01-0,03	3	
			<0,01	1	
Điều kiện phân lớp, nứt nẻ				Điều kiện thế nằm phân lớp, nứt nẻ	
Bề mặt	Chiều rộng	Chất lấp nhét	Luợng điểm	Mức độ thuận lợi	Luợng điểm
Gồ gề	đóng	Cứng khô	30	Rất thuận lợi	-12
Hơi gồ gề	<1mm	Cứng khô	20	Thuận lợi	-10
Hơi gồ gề	<1mm	Mềm khô	10	Trung bình (nếu khối đá <0,03m ³)	-5
Nhẵn	1-5mm	Mềm ẩm	5	Khó khăn	-3
Rất nhẵn	>5mm	Mềm ẩm đến ướt	0	Rất khó khăn	0

Năng suất cắt cắt của máy combai đào lò theo công thức thực nghiệm của Nuh Bilgin và Cemal Balci, Đại học Kỹ thuật Istanbul Thổ Nhĩ Kỳ được tính như sau:

$$ICR = 0,28 \times P \times (0,974)^{RMCI} \quad , \text{ m}^3/\text{h} \quad (2)$$

$$\text{với } RMCI = \sigma_c \times (RQD/100)^{(2/3)}$$

Trong đó:

ICR- Năng suất cắt của máy, m³/h.

RMCI- Chỉ số cắt của khối đá.

P- Công suất động cơ cắt, HP (kW).

σ_c – Ứng suất nén đơn trục của đất đá, MPa.

RQD - Chỉ tiêu đánh giá chất lượng khối đá trung bình theo mức độ nứt nẻ, %.

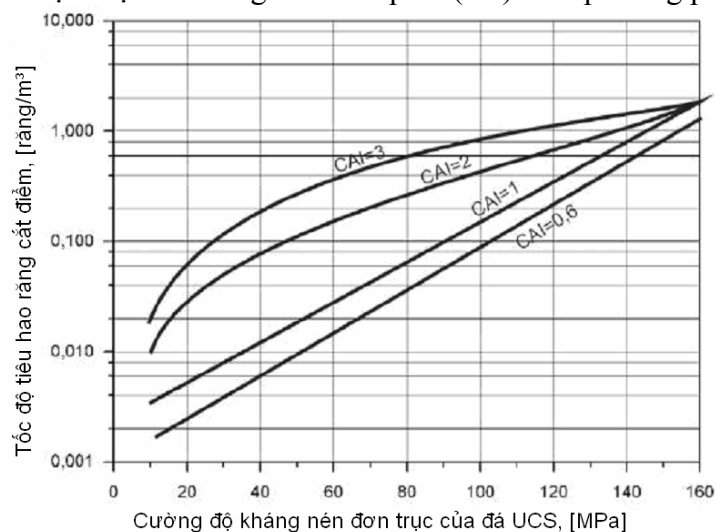
Tiêu hao răng cắt là lượng răng cắt bị hao mòn, hưng hỏng hoặc phá huỷ trên một đơn vị thể tích đá được cắt bởi răng cắt.

Sự hao mòn răng cắt bị ảnh hưởng của nhiều yếu tố:

- Vật liệu chế tạo răng cắt;
- Bố trí răng cắt trên đầu cắt;
- Kích thước, hình dạng răng cắt;

- Cường độ kháng nén đơn trục của đá cắt;
- Cường độ kháng kéo;
- Tỷ số giữa cường độ kháng nén và cường độ kháng kéo của đá cắt;
- Chỉ số độ mài mòn Cerchar (CAI)
- Tính chất phân lớp, kiến trúc hạt của đá cũng như loại khoáng vật tạo đá...

Ở mỗi loại máy, mỗi khu vực áp dụng, mỗi trình độ thợ vận hành combai... khác nhau cũng đưa ra các kết quả tiêu hao khác nhau. Việc tính toán tiêu hao răng cắt cũng vì thế mà tuân theo nhiều chuẩn khác nhau. Đã có rất nhiều công trình nghiên cứu đã được thực hiện để tìm ra mối tương quan giữa CAI và tiêu hao răng cắt của combai. Dưới đây là một biểu đồ thể hiện mối tương quan này được thực hiện bởi hãng Voest Alpine (Áo) theo phương pháp thực nghiệm.



Hình 8. Mối liên hệ giữa tiêu hao răng cắt điểm và [răng/m³] và CAI (Voest Alpine)

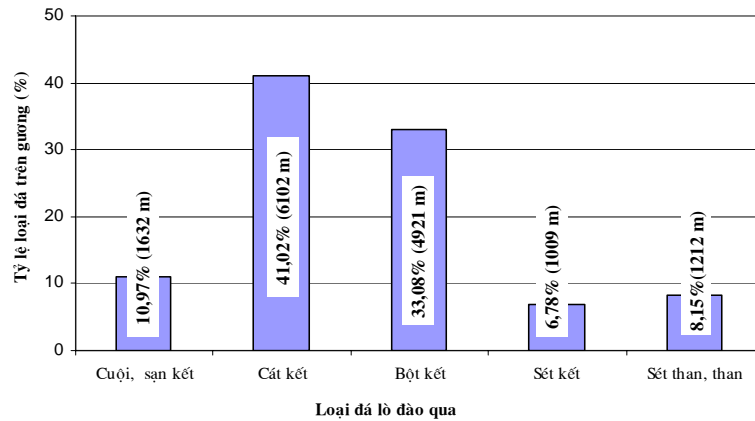
5. Tình hình chung về ứng dụng combai đào lò tại các mỏ than hầm lò Việt Nam

Để đào những đường lò than và đá yếu ($UCS < 80$ MPa) trong những năm vừa qua ngành than Việt nam đã và đang sử dụng các combai đào lò AM-45 và AM-50 (12 chiếc AM-50, 2 chiếc AM-45 tính đến hết 2005).

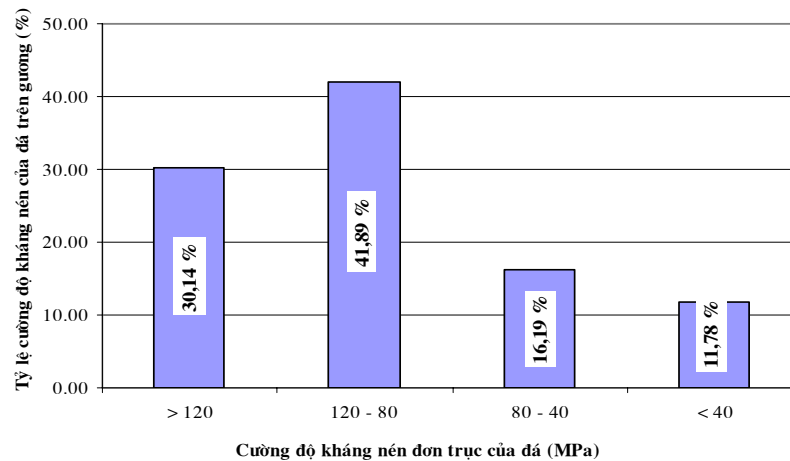
Trong tổng số mét lò đào hằng năm (lò đá và lò than) thì khối lượng lò đá thường chiếm từ 20.000 m/năm đến 30.000 m/năm (năm 2005 khối lượng lò đá cần đào là 29.570 m, năm 2006 khối lượng lò đá cần đào là 29.062 m). Trước nhu cầu phải xuống sâu tại các mỏ hầm lò thì khối lượng lò đá cần đào càng tăng lên. Với thực trạng công nghệ, thiết bị còn ở mức độ cơ giới hóa còn thấp cùng với nó là tốc độ và hiệu quả đào lò còn thấp nên nhu cầu về đổi mới công nghệ và thiết bị đã trở nên rất bức thiết. Do đó, việc lựa chọn và đưa combai đào lò đá vào các mỏ hầm lò là một xu thế tất yếu.

6. Một vài đề xuất về việc lựa chọn combai đào lò trong đá

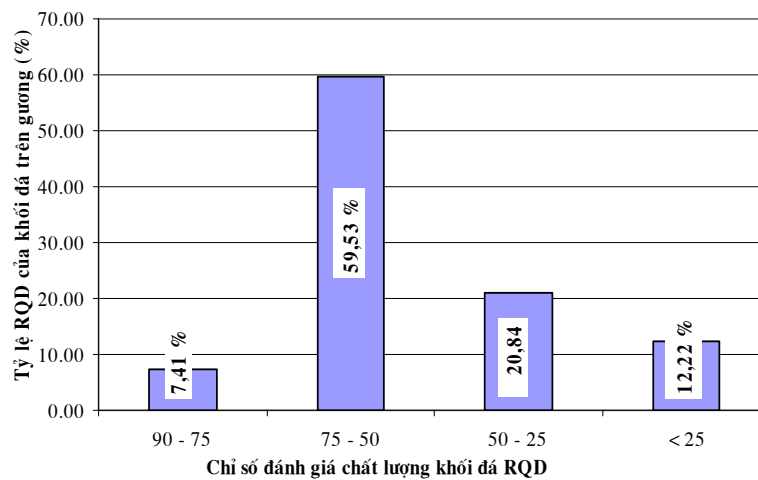
Hình 9 đến 13 là các biểu đồ tổng hợp điều kiện địa cơ học các đường lò đã dự kiến đào tại các mỏ than hầm lò Việt Nam từ 2007-2015 [7].



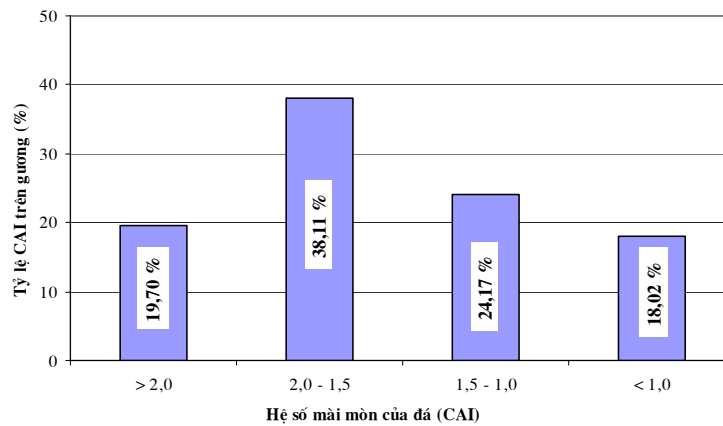
Hình 9. Biểu đồ đánh giá tỷ lệ các loại nham thạch tại các đường lò áp dụng



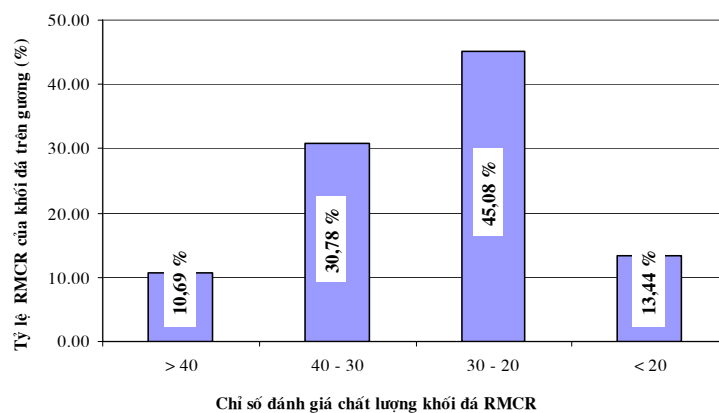
Hình 10. Biểu đồ đánh giá tỷ lệ độ bền nén của đá tại các đường lò áp dụng



Hình 11. Biểu đồ đánh giá tỷ lệ chỉ tiêu RQD của đá tại các đường lò áp dụng



Hình 12. Biểu đồ đánh giá tỷ lệ hệ số CAI của đá tại các đường lò áp dụng



Hình 13. Biểu đồ đánh giá tỷ lệ chỉ tiêu RMCR của đá tại các đường lò áp dụng

Các kết quả đánh giá tổng hợp ở trên cho thấy: tại các đường lò dự kiến áp dụng đào bằng máy combai, các hoạt động kiến tạo, điều kiện về địa chất thủy văn, điều kiện khí mỏ... không ảnh hưởng nhiều đến công tác đào lò. Đất đá tại các khu vực đường lò dự kiến đào qua chủ yếu là cát kết, bột kết, sét kết có độ bền nén đơn trục (UCS) phổ biến nằm trong khoảng <40 MPa (11,78%), 40÷80MPa (16,9%), 80÷120MPa (41,89%) và lớn hơn 120 MPa (30,14%). Đối với hai loại đất đá có UCS <40 MPa, 40÷80MPa) thì có thể dùng các combai truyền thống hạng nhẹ đến hạng trung như: AM-50, AM-45, AM-75 (Voest Alpine), KR-150Z (Remag), MK-3 (Dosco), E 134, E195 (Wirth), ET-200 Series (Atlas Copco Eickhoff), MRH-S125 23 (Mitsui Miike)..vv. Với loại đá phổ biến UCS=80÷120MPa và USC>120 MPa thì có thể dùng các combai hạng nặng đến siêu nặng đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới như: AM-105IC (Voest Alpine), T3.18, T2.61 (Wirth), MK-4 (Dosco), KSP-42 (Yasinovatsky), S300M (Mitsui Miike)..vv.

Các chỉ tiêu chất lượng khối đá theo RQD và RMCR; hệ số mài mòn theo CAI được đánh giá ở mức độ trung bình. Trong điều kiện như vậy, việc lựa chọn áp dụng công nghệ đào lò bằng combai là có cơ sở. Bảng khuyến cáo của Hội Xây dựng Ngầm Quốc tế (ITA) xem bảng dưới.

Bảng 2. Bảng phân loại combai theo ITA

Loại combai	Phân loại theo trọng lượng (T)	Công suất động cơ (kW)	Phân loại theo tiết diện (m ²)	Có khả năng cắt trong đá cứng có UCS (MPa)	RQD (%)
Hạng nhẹ	8-40	50-170	25	40-60	<60
Hạng trung	40-70	160-230	30	60-90	<80
Hạng nặng	70-110	250-300	40	90-110	bất kỳ
Hạng siêu nặng	>110	350-400	45	110-140	bất kỳ

Kết luận

Trong giai đoạn hiện nay, việc lựa chọn một combai đào lò thích hợp vào các mỏ than hầm lò là hết sức cần thiết. Việc có được các thông số về điều kiện địa cơ học của đường lò càng chi tiết và chính xác thì càng thuận lợi cho việc lựa chọn combai khai đào đem lại hiệu quả kinh tế cao. Tuy nhiên các khó khăn hiện nay là các thông số dữ liệu đầu vào còn thiếu, một số thông số địa cơ học còn chưa được quan tâm chẳng hạn như CAI và đó là một hạn chế rất lớn. Trong mỗi quan tâm chung gần đây các công tác điều tra khảo sát thực địa để thu thập các thông tin địa cơ học ngày càng được thực hiện tốt hơn. Điều này góp phần rất đáng kể trong việc sớm đưa combai và các mỏ hầm lò Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1] **K. Thuro & R.J. Plinninger.**, 1998 “Geological limits in roadheader excavation – Four case studies”
- [2] **Deketh, H.J.R.** 1995. *Wear of rock cutting tools. Laboratory experiments on the abrasivity of rock.* Rotterdam, Balkema, 160 pp.
- [3] **Verhoef, P.N.W.** 1997. *Wear of Rock Cutting Tools. Implication for the site investigation of rock dredging projects.* Rotterdam, Brookfeild: Balkema, 340 pp.
- [4] **Neil, D.M., Rostami, J., Ozdemir, L., Gertsch, R.E.**, 1994, “Production Estimating Techniques for Underground Mining Using Roadheaders”, Annual Meeting of the Society of Mining Metallurgy, and Exploration Engineers, Albuquerque, NM, Feb. 27 1994.
- [5] **Đào Văn Canh, Phạm Tiến Vũ.** “Nghiên cứu áp dụng combai để đào các đường lò đá tương đối vững chắc tại các mỏ than hầm lò Việt Nam”. Tuyển tập báo cáo hội nghị Khoa học lần thứ 17, Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội, 20/10/2006.
- [6] **Phạm Minh Đức** và nnk, Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu khả năng áp dụng combai khi đào lò đá, lò than trong các mỏ than hầm lò Việt Nam”, Hà Nội 2005
- [7] **Nguyễn Văn Phương, Nhữ Việt Tuấn, Phạm Tiến Vũ và nnk** 2006, Báo cáo “Dự án đầu tư áp dụng thử nghiệm công nghệ cơ giới hoá đào lò đá bằng combai tại Công ty Xây Dựng Mỏ”.
- [8] **Phạm Tiến Vũ**, 2006. Bài viết “Cơ giới hóa khai đào các công trình ngầm” tại URL: <http://www.moc.gov.vn/Vietnam/Management/ScienceTechnology/5685200610091111280/index.htm>