

TỐI ƯU SỐ VÒNG KIM CƯƠNG TRÊN DÂY CẮT DÙNG TRONG KHAI THÁC ĐÁ KHỐI

ThS. PHẠM VĂN VIỆT, TS. NGUYỄN ANH TUẤN
Trường Đại học Mỏ-Địa Chất

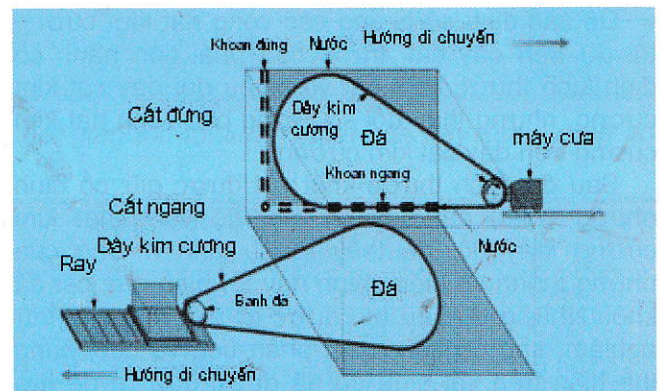
1. Giới thiệu

Nước ta có tiềm năng về đá khối với rất nhiều loại đá khối khác nhau như: granite, đá cẩm thạch, đá gabro, đá bazan, đá marble, thạch anh với màu sắc đa dạng sử dụng cho các công trình kiến trúc, công nghệ sử dụng để tách đá khối từ khối nguyên rất đa dạng: bột nở; thuốc nổ, dây nổ; nêm; cưa cắt bằng dây kim cương; cưa cắt bằng cưa tay rạch xích; cưa cắt bằng cưa đĩa,...

Gần đây, các mỏ đá khối ở Việt Nam lựa chọn và sử dụng phương pháp tách đá khối bằng cưa dây kim cương (H.1). Máy cưa cắt bằng dây kim cương gồm 3 phần cơ bản: dây kim cương; máy cưa và ray định hướng. Trong đó dây cắt kim cương là một bộ phận được luồn vào trong khối đá cần được cắt tạo ra một vòng tròn khép kín với bánh đà điều khiển quay của máy cưa và được điều khiển chuyển động trong bề mặt khối đá cần cắt, dưới sức căng và chuyển động của dây, các vòng tròn kim cương sẽ ma sát vào đá tạo ra sự mài mòn trên mặt cần phải cắt. Trong quá trình cắt, máy cưa sẽ được di chuyển theo chiều ngược lại để luôn tạo ra lực căng trong dây cắt kim cương. Máy cưa cấp hoạt động bằng động cơ điện 3 pha vô cấp thông qua điều khiển bởi biến tần kép cho phép tốc độ tuyến tính biến thiên của dây thay đổi từ 0÷40 m/s để cắt đá cẩm thạch và 0÷30 m/s để cắt đá granit, phù hợp với bất kỳ chất lượng hay độ cứng của đá khối [1].

Với công nghệ cưa cắt bằng dây kim cương, khối được cắt không xuất hiện các khe nứt thứ sinh do hoạt động cắt gây ra, cắt được khối có kích thước khối bất kỳ, không phụ thuộc vào địa hình khu mỏ vì có các sơ đồ và hướng cắt rất đa dạng. Lựa chọn phương pháp khai thác đá khối thường được dựa trên các thông số như vật lý, cơ học và các đặc tính cấu trúc và địa chất của đá khối như hệ thống mạng khe nứt, khả năng khai thác các khối có kích thước chế biến và thương mại và sản lượng. Vấn đề kinh tế-kỹ thuật khai thác đặt ra là chi phí của dây cắt chiếm một phần lớn trong các chi

phí khai thác đá khối bằng dây cắt kim cương, việc tối ưu nó có thể dẫn tới tăng hiệu quả kinh tế trong khai thác đá khối, giảm chi phí khai thác mà cụ thể là số lượng các lớp cắt tạo ra các khối phế phẩm.

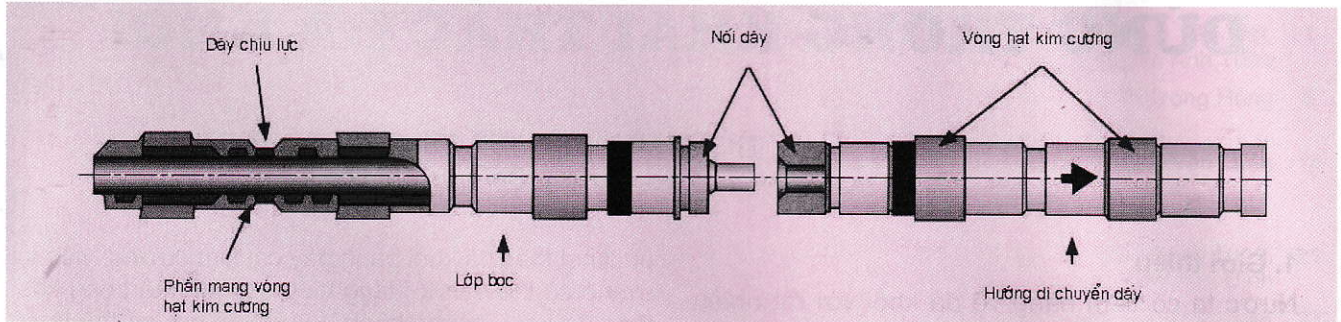


H.1. Sơ đồ cắt đá khối bằng dây cắt kim cương [1]

Vậy, để giảm tối đa các chi phí cắt không cần thiết, việc khảo sát đánh giá các thông số công nghệ trong khai thác đá khối bằng dây cắt kim cương như hướng cắt, kích thước khối cắt và chỉ tiêu mét dây cho một m² hay m³ đá khối nguyên khai là việc cần thiết. Hàm mục tiêu là chi phí khai thác luôn là nhỏ nhất với các biến số là thông số cắt: hướng cắt, chiều cao, chiều rộng và dài lớp cắt phù hợp với điều kiện mỏ địa chất cụ thể ở khu vực khai thác. Các thông số không điều khiển được gồm các thông số về đặc tính vật lý và cơ học, địa chất, cấu tạo của đá khối (độ nứt nẻ) và các điều kiện khí hậu khu mỏ. Nhóm các thông số thể điều chỉnh thì liên quan chính tới máy móc (như máy cưa cắt và máy khoan). Các thông số này có thể thay đổi bằng việc thay đổi thiết kế và có thể điều chỉnh như: đặc tính máy cưa, năng lượng sử dụng, vị trí khối cắt, số vòng kim cương trên 1 m dây cắt, góc cắt giữa dây và mặt nằm ngang, diện tích vùng cắt, tốc độ cắt, khối lượng nước và cấu trúc vòng kim cương. Trong các thông số có thể điều chỉnh được, trong phạm vi bài báo này

chúng tôi nghiên cứu các thông số có liên quan tới cấu trúc dây cắt như là số lượng vòng hạt kim cương trong một đơn vị chiều dài dây (H.2). Bài báo sẽ tiến hành khảo sát sự ảnh hưởng của mật độ vòng hạt kim cương tới hiệu quả cắt đá khối

của dây qua thử nghiệm với một loại đá khối nhất định. Quá trình này được thu thập thông tin và phân tích tại 3 thời điểm nhất định trong suốt thời gian tồn tại của dây cắt kim cương: giai đoạn đầu, giai đoạn giữa và giai đoạn cuối.



H.2. Cấu tạo của dây cắt kim cương [1]

Để xác định số lượng các vòng hạt kim cương tối ưu trên dây cắt, trước tiên phải tiến hành cố định kích thước khối cắt và chiều dài dây cắt kim cương, nhưng thay đổi số lượng các vòng hạt kim cương trên dây cắt kim cương.

Sau đó, kích thước khối cắt được giữ cố định nhưng chiều dài dây và mật độ vòng hạt kim cương thay đổi để thấy rõ sự ảnh hưởng của những thông số điều chỉnh này tới hiệu quả cắt đá khối. Những dữ liệu thu được từ một loạt các thử nghiệm, sau đó tiến hành phân tích và cuối cùng thể hiện trên vài biểu đồ đã được đưa ra để lựa chọn điều kiện tối ưu. Toàn bộ quá trình này được thực hiện trên việc thử nghiệm từ một loại đá khối nhất định.

Đối với xác định số lượng các vòng hạt kim cương tối ưu trên dây cắt, để làm việc này, trước tiên phải tiến hành cố định kích thước khối cắt và chiều dài dây cắt kim cương, nhưng thay đổi số lượng các vòng hạt kim cương trên dây cắt kim cương. Sau đó, kích thước khối cắt được giữ cố định nhưng chiều dài dây và mật độ vòng hạt kim cương thay đổi để thấy rõ sự ảnh hưởng của những thông số điều chỉnh này tới hiệu quả cắt đá khối. Những dữ liệu thu được từ một loạt các thử nghiệm, sau đó tiến hành phân tích và cuối cùng thể hiện trên vài biểu đồ đã được đưa ra để lựa chọn điều kiện tối ưu. Toàn bộ quá trình này được thực hiện trên việc thử nghiệm từ một loại đá khối nhất định.

2. Tính toán khả năng cắt của vòng kim cương và hiệu suất cắt cho các khối kích thước khác nhau

Khối lượng mặt đá được cắt bởi một vòng kim cương riêng biệt được gọi là khả năng cắt của vòng, điều này phụ thuộc vào đặc tính cơ học của đá, chất lượng vòng kim cương và kỹ năng người

vận hành. Để đánh giá thông số này và tối ưu kích thước khối được dựa trên hiệu quả cắt tối đa bằng giảm tiêu hao vòng kim cương, dữ liệu được thu thập trong suốt thời điểm dài của mỏ đá hoa trắng. Trong suốt tất cả các giai đoạn của nghiên cứu, một loại máy cắt đơn giản với cùng thông số vận hành đã được sử dụng: công suất mô tơ chính 45 kW, tốc độ dây 30 m/s, đường kính rỗng rọc 600 mm và lực đẩy lùi 930 N. Tất cả các số liệu thu thập đã được thực hiện trên cùng một loại đá hoa trắng với cùng đặc tính cơ học. Hay nói cách khác, tất cả các thông số ảnh hưởng đến hiệu quả cắt phần trên được giữ không đổi ngoại trừ các thông số mục tiêu.

Các mỏ đá hoa trắng hầu hết sử dụng các vòng kim cương với 3 mật độ 1530, 1260 và 1140 đã được sử dụng cho các kích thước khối giữa 48 và 144 m². Những block đã được chia thành 3 phần dựa trên mặt cắt của chúng, nhỏ (48÷64 m²) trung bình 70÷90 m² và các khối lớn (120 tới 144 m²). Mức độ cắt của các vòng kim cương đã ghi trong suốt quá trình cắt. Bảng 2 thể hiện một kết luận của quá trình xem xét mối quan hệ giữa số lượng vòng kim cương tiêu hao và mức độ cắt. Khi đó thấy được, cho tất cả các trường hợp, khả năng cắt từ 6 tới 6,19 m². Những điểm chính có thể rút ra từ những số liệu đánh giá là khả năng cắt tối ưu có thể đạt được bởi các kích thước trung bình của các khối.

Ngoài ra, hiệu quả cắt cũng còn phụ thuộc vào thời gian tồn tại của dây kim cương. Để khảo sát hiện tượng này, tuổi thọ của các vòng kim cương được chia thành 3 giai đoạn và mức độ cắt được ghi cho mỗi giai đoạn riêng biệt: giai đoạn đầu, giai đoạn giữa và giai đoạn cuối.

Trong phạm vi nghiên cứu bài báo này, chúng

tôi chọn mỏ đá hoa trắng nằm trong khu vực Quý Hợp với thành phần thạch học chủ yếu là đá hoa màu trắng và màu xám hạt vừa đến hạt lớn. Đá có cấu tạo phân lớp dày đến dạng khối, kiến trúc hạt biến tinh hạt vừa tới hạt lớn. Thành phần khoáng vật chủ yếu là calcite chiếm từ 95÷100 %. Khu vực

đá hoa trắng thường nằm trên mực xâm thực địa phương nên không chứa nước hoặc rất ít. Các thông số về tính chất cơ lý được thể hiện trong Bảng 1. Kết quả thực hiện xem xét mối quan hệ giữa các giai đoạn và hiệu quả cắt thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 1. Các thông số tính chất cơ lý của đá hoa trắng khu vực Quý Hợp [2]

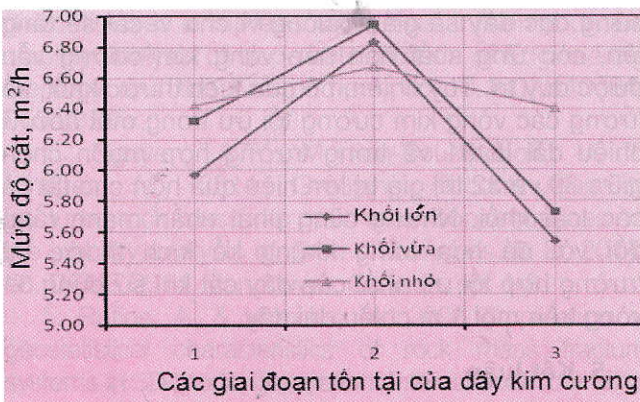
Giá trị	Thể trọng, g/cm ³	Cường độ kháng nén, kG/cm ²		Cường độ kháng nén bão hòa, kG/cm ²	Lực dính kết, kG/cm ²	Góc ma sát trong, độ	Hệ số kiên cố
		Khô	Bão hòa				
Lớn nhất	2,71	814	806	58	125	40 ⁰ 20'	7,9
Nhỏ nhất	2,69	531	502	33	70	38 ⁰ 20'	5,9
Trung bình	2,7	608	596	40	89	39 ⁰ 33'	6,5

Bảng 2. Mối quan hệ giữa số lượng vòng kim cương tiêu hao và mức độ cắt và khả năng cắt

Số lượng	Số lượng, vòng hạt	Bề mặt cắt, m ²	Tổng mặt cắt, m ²	Tổng thời gian cắt, h	Mức độ cắt, m ² /h	Khả năng cắt 1 vòng, m ²
69	1530	120÷144	9180	1510,75	6,1	6
98	1260	70÷90	7800	1236,5	6,3	6,19

Bảng 3. Thể hiện của các vòng kim cương ở các thời gian tồn tại khác nhau của dây kim cương với kích thước khối khác nhau

Số lượng	Số lượng, vòng	Thời gian	Mặt cắt, m ²	Tổng mặt cắt, m ²	Tổng thời gian cắt, h	Mức độ cắt, m ² /h
23	1530	GĐ đầu	120÷144	3096	518,5	5,97
23	1530	GĐ giữa	120÷144	3108	455	6,83
23	1530	GĐ cuối	120÷144	2976	537,25	5,54
33	1260	GĐ đầu	70÷90	2640	417,75	6,32
33	1260	GĐ giữa	70÷90	2680	386,25	6,94
33	1260	GĐ cuối	70÷90	2480	432,5	5,73
41	1140	GĐ đầu	48÷64	2312	360	6,42
41	1140	GĐ giữa	48÷64	2240	350,25	6,67
41	1140	GĐ cuối	48÷64	2240	350,25	6,40



H.3. Thể hiện các giai đoạn của dây cắt kim cương với kích thước khối

Theo H.3, với việc cắt các khối có kích thước khác nhau, nhưng đều thấy rằng là giai đoạn 2

của thời gian tồn tại của dây cắt có mức độ cắt lớn nhất so với giai đoạn một và giai đoạn 2, trong đó giai đoạn cuối (giai đoạn 3) có mức độ cắt là nhỏ nhất. Như vậy, từ Bảng 3 và H.3 ta thấy rằng lựa chọn kích thước khối để cắt cũng ảnh hưởng đến mức độ cắt của dây, kích thước trung bình được ưu tiên cắt đầu tiên, sau đến kích thước nhỏ và lớn.

3. Ảnh hưởng của số lượng vòng kim cương trên một đơn vị chiều dài dây tới hiệu quả cắt đá hoa trắng

Bên cạnh các thông số khác, số lượng của vòng kim cương trên một đơn vị chiều dài dây cắt còn có thể ảnh hưởng mức độ cắt. Có thể tìm ra số lượng vòng tối ưu trên một đơn vị chiều dài dây qua vài thực nghiệm trên các mỏ đá hoa trắng. Mức độ cắt

sẽ là thấp hơn mức tối ưu nếu số lượng vòng trên một đơn vị chiều dài là nhiều hoặc ít hơn một số lượng nhất định và ảnh hưởng xấu tới hiệu quả cắt. Đối với điều kiện đầu, số lượng vòng là nhiều hơn số lượng tối ưu, giảm hiệu quả là do sự nén cao làm dây cứng dọc theo dây. Đối với điều kiện

sau, khi số lượng vòng nhỏ hơn số lượng tối ưu, khoảng trống giữa các hạt dẫn tới giảm mức độ cắt và có thể dẫn tới sự cắt đứt dây. Bảng 4, 5 và 6 là tổng hợp kết quả từ một số mỏ đá hoa trắng với số lượng vòng kim cương khác nhau trên 1 m chiều dài dây gồm 29, 30, 31 và 32.

Bảng 4. Mức độ cắt cho 4 mức về số lượng vòng kim cương khác nhau trong các khối với mật cắt khoảng 80 m²

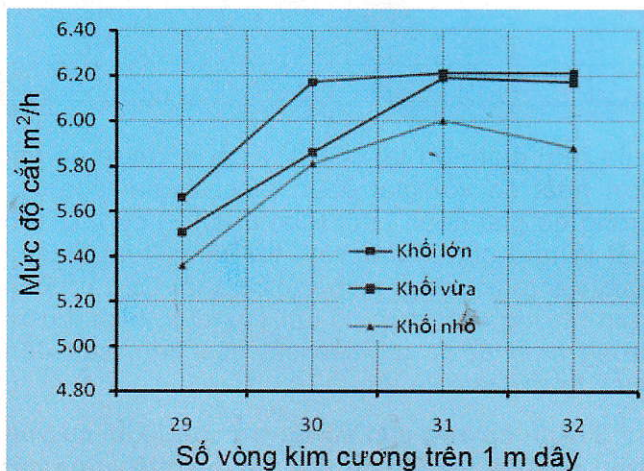
Số lượng	Số lượng vòng/m	Chiều dài dây, m	Diện tích cắt, 80 m ²	Tổng diện tích cắt, m ²	Tổng thời gian cắt, h	Mức độ cắt, m ² /h
6	29	42	80	480	84,75	5,66
6	30	42	80	480	77,75	6,17
6	31	42	80	480	77,25	6,21
6	32	42	80	480	77,25	6,21

Bảng 5. Mức độ cắt đối với số lượng vòng khác nhau với mật cắt 64 m²

Số lượng	Số lượng vòng/m	Chiều dài dây, m	Diện tích cắt, 80 m ²	Tổng diện tích cắt, m ²	Tổng thời gian cắt, h	Mức độ cắt, m ² /h
6	29	37	64	384	69,75	5,51
6	30	37	64	384	69,75	5,86
6	31	37	64	384	69,75	6,19
6	32	37	64	384	69,75	6,17

Bảng 6. Hiệu quả cắt đối với số lượng mẫu khác nhau với mật cắt 48 m²

Số lượng	Số lượng vòng/ m	Chiều dài dây, m	Diện tích cắt, 80 m ²	Tổng diện tích cắt, m ²	Tổng thời gian cắt, h	Mức độ cắt, m ² /h
6	29	33	48	288	53,75	5,36
6	30	33	48	288	49,5	5,81
6	31	33	48	288	48	6
6	32	33	48	288	49	5,88



H.4. Sự thay đổi của mức độ cắt với số lượng vòng kim cương và kích thước khối cắt.

Như thấy trong H.4, các trường hợp ở đó mật độ vòng là 30, 31 và 32 cho các khối lớn và mật độ 31 và 32 vòng cho các khối vừa sẽ tạo ra mức độ cắt cao. Nhưng đối với các khối nhỏ, hiệu quả cao

chỉ thuộc trường hợp ở đó 31 vòng được tính trên 1m chiều dài dây. Do ảnh hưởng của giảm ứng suất nén các vòng và độ cứng dọc dây tới mức độ cắt. Do vậy, khi kích thước các khối tăng thì độ cứng dọc dây sẽ giảm xuống vì chu vi cắt sẽ tăng lên, còn ứng suất nén nên vòng kim cương vẫn được duy trì. Tuy nhiên, bỏ qua kích thước khối, số lượng các vòng kim cương tối ưu trong một đơn vị chiều dài là 31 và trong trường hợp muốn chọn giữa 30 và 32 thì giá trị lớn hiệu quả hơn cho tất cả các loại khối. Nhưng cũng phải nhấn mạnh rằng đối với đá hoa trắng không kể kích thước thì trường hợp tối ưu nhất của dây cắt khi sử dụng 31 vòng trên một 1 m chiều dài dây.

5. Kết luận

Trong thời gian tồn tại của dây cắt kim cương chia làm 3 giai đoạn cắt. Giai đoạn giữa có mức độ cắt cao nhất sau đó mới đến giai đoạn đầu và giai đoạn cuối. Để tăng hiệu quả cắt vòng kim cương, nên lựa chọn kích thước khối cắt nhỏ ở giai đoạn

đầu của tuổi thọ vòng kim cương, sau đó kích thước khối cắt phải tăng theo thời gian tồn tại của vòng kim cương nhưng ở giai đoạn cuối của tuổi thọ vòng kim cương thì kích thước khối cắt nên giảm. Nếu bỏ qua các kích thước khối cắt, số lượng vòng kim cương tối ưu trên 1 m chiều dài dây là 31 và nếu muốn chọn giữa 30 và 32 thì 32 sẽ hiệu quả hơn. Từ phương pháp cắt dây kim cương, đưa vào số lượng vòng kim cương và vài thông số khác như kích thước và số lượng dây thép, mối nối và gập dây sẽ có thể ảnh hưởng tới hiệu quả cắt. Do đó, cần thiết khảo sát những ảnh hưởng này hơn nữa và nghiên cứu thêm trong tương lai để hoàn thiện thêm các thông số tối ưu tới hiệu quả cắt của dây cắt kim cương. Bài báo này mới chỉ nghiên cứu sơ bộ về vòng kim cương cho các mỏ đá hoa trắng, do đó kết quả này có thể áp dụng cho các mỏ đá khối carbonat, những mỏ khác muốn áp dụng cho các loại đá khối khác như granit cần phải nghiên cứu thêm theo hướng này. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Anh Tuấn, Trần Quang Hiếu, Phạm Văn Việt (2016). Công nghệ khai thác đá khối tiên tiến. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
2. Trần Đình Tài (2016). Nghiên cứu áp dụng công nghệ khai thác sử dụng cưa cáp kim cương phù hợp nhằm nâng cao chất lượng trong khai thác đá khối, ứng dụng trong một số mỏ đá trắng vùng Quý Hợp, Nghệ An. Luận văn Thạc sĩ Kỹ thuật, Trường Đại học

Mỏ-Địa chất.

3. Risto Dambov, Goran Stojkoski, Zoran Kostosk (2011). Technology of exploitation of stone with diamond wire saw and pillow. Proceedings of the XIth National conference with international participation of the open and underwater mining of minerals, Varna, Bulgaria.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

Từ khóa: *cắt dây kim cương; số lượng vòng kim cương; khai thác đá khối*

Ngày nhận bài: 05 tháng 03 năm 2016

Ngày duyệt đăng bài: 06 tháng 8 năm 2016

SUMMARY

Nowadays, mining technologies for dimension stone are very diverse, one of which is cutting by diamond cutting wire. One of the problems for this method is the consumption of diamond beads on cutting wire and cutting efficiency of the wire. Therefore, the paper optimizes the number of diamond beads per length unit of the wire and selects block areas in order to the highest cutting efficiency.

PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ...

(Tiếp theo trang 32)

3. Nguyen, A.T. et al., 2015. Grouping discontinuities in representative sets: influence on the stability analysis of slope cuts. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. doi:10.1007/s10064-015-0822-x.
4. Nguyen, A.T., Merrien-Soukatchoff, V. & Vinches, M., 2014. Grouping discontinuities of fractured rock mass into main sets : consequences on the stability analysis of open pit benches. In D. 2014, ed. DFNE 2014. Vancouver, Canada, pp. 1-8.
5. Rafiee, A. & Vinches, M., 2008. Application of geostatistical characteristics of rock mass fracture systems in 3D model generation. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 45(4), pp.644-652.
6. Stead, D., Eberhardt, E. & Coggan, J.S., 2006. Developments in the characterization of complex rock slope deformation and failure using numerical modelling techniques. Engineering Geology, 83(1-3), pp.217-235.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

Từ khóa: *các đứt gãy, đá nứt nẻ, bờ mỏ, phương pháp tương tác cứng, phân tích ổn định*

Ngày nhận bài: 05 tháng 11 năm 2015

Ngày duyệt đăng bài: 05 tháng 7 năm 2016

SUMMARY

We propose the modeling of the contact dynamics as a Non-Smooth discrete element method (NSCD). The theoretical basis of a new approach which makes it possible to consider a better surface contact with friction between polyhedral discrete elements analysis simultaneously is studied in this paper. The results of the application of the NSCD to investigate the verification examples present the stability conditions of jointed rock slopes: slope cuts, tunnel in the mining engineering.