

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ SỰ ỔN ĐỊNH SƯỜN DỐC BÃI THẢI MỎ LỘ THIÊN DO TÁC ĐỘNG CỦA CÁC YẾU TỐ NGOẠI SINH

NGUYỄN BÁ DŨNG, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội
ĐẶNG TUYẾT MINH, Trường Đại học Thủy Lợi

Tóm tắt: Bên cạnh lợi ích kinh tế, hoạt động khai thác than là ngành công nghiệp tác động mạnh mẽ đến các thành phần tài nguyên và môi trường. Dưới ảnh hưởng của thời tiết cực đoan do quá trình biến đổi khí hậu, các hình thái địa hình nhân sinh như bãi thải, moong khai thác v.v.. đang ngày càng tác động mạnh mẽ tới môi trường sống và làm việc của cư dân các khu vực có công nghiệp mỏ phát triển. Các tai biến môi trường từ nguyên nhân bãi thải đã và đang là đề tài quan tâm của xã hội và của nhiều nghiên cứu. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của các yếu tố ngoại sinh đối với sự ổn định của sườn dốc bãi thải từ thực nghiệm trên bãi thải Nam Cọc Sáu - Đèo Nai.

1. Mở đầu

Ngành than Việt Nam hiện nay đa phần đều khai thác bằng công nghệ khai thác lộ thiên, đang chuyển dần sang khai thác hầm lò. Gần đây, sản lượng khai thác than ngày càng tăng cao qua từng năm, vượt quá chỉ tiêu khai thác của ngành than đã được phê duyệt, tác động tới môi trường sống do sản xuất than ngày càng gia tăng.

Tuy nhiên, do nhu cầu của thị trường trong nước và xuất khẩu, cũng như từ lợi ích kinh tế đem lại, sản lượng ngày càng tăng, khai thác than với cấp độ lớn, sản lượng khai thác thực tế năm 2010 xấp xỉ 50 triệu tấn.

Qua thực tế khai thác cho thấy để sản xuất một tấn than cần bóc tách 8-10m³ đất, thải ra từ 1-3m³ nước thải mỏ, một hệ quả tất yếu đi kèm với lợi ích kinh tế của ngành than là những tác động mạnh mẽ của hoạt động khai thác than tới môi trường vùng khai thác đó là tác động tới môi trường không khí, làm suy thoái bề mặt địa

hình khai thác, gia tăng suy thoái đất, tạo ra hệ thống bãi thải khổng lồ nằm sát ngay các khu vực dân cư... .

Các hình thái địa hình nhân sinh mà bãi thải là nhân tố điển hình tạo ra nhiều hiện tượng tai biến môi trường. Một số tư liệu dưới đây có thể chứng minh cho hiện tượng tai biến môi trường từ nguyên nhân bãi thải mỏ như:

- Thảm họa trượt lở bãi thải thảm khốc xảy ra tại khu khai thác mangan Kép Ky xã Quang Trung - huyện Trà Lĩnh - Cao Bằng ngày 24/7/1992. Toàn bộ dải thung lũng dài 150 m, rộng 45 m đã bị khối trượt lở lấp đầy với độ dày 3-15 m, làm chết 200 người.

- Trượt lở bãi thải quặng khai trường 12 thuộc Công ty Apatit Lào Cai ngày 20/11/2004. Bãi thải quặng Apatit cao 50 m sạt lở sâu vào mặt cắt ngang 20 m, cuốn theo người và vùi lấp thiết bị, làm 2 công nhân chết tại chỗ.



Hình 1. a/ Bãi thải Nam Đèo Nai;

b/ Một góc bãi thải mỏ than Khánh Hòa

- Trượt lở bãi thải Công ty Than Cao Sơn ngày 23/10/2005. Đất đá tràn lấp ao hồ, ruộng, vườn; suối Vũ Môn bị lấp dòng chảy... cuộc sống của người dân bị đe dọa nghiêm trọng;

- Ngày 31/7/2006, do tác động của mưa lớn từ cơn bão số 3, chỉ trong vài phút hàng nghìn m³ đất đá bãi thải Công ty Than Cọc Sáu đã trượt lở gây vỡ đập (đập Khe Dè) số 1, số 2, số 3, vùi lấp hàng chục nghìn m² đất canh tác. Ước tính thiệt hại nhiều tỷ đồng;

- Gần đây nhất ngày 15/4/2012 trượt lở tại bãi thải mỏ than Phần mẽ Thái nguyên làm vùi lấp nhà cửa, làm chết 6 người;

- Từ kết quả phân tích trên đây để khẳng định rằng: tác động của khai thác mỏ đối với môi trường là rất mạnh mẽ và nghiêm trọng mà bãi thải là một trong những nguyên nhân chính. Cùng với sự phát triển và mở rộng quy mô khai thác, các ngành công nghiệp liên quan cũng lần lượt ra đời, nhu cầu nhân công tăng dần và biến khu mỏ thành những nơi đông đúc dân cư.

Một vấn đề có thể dễ dàng thấy rằng, bãi thải là hình thái địa hình nhân sinh, thường có độ cao lớn so với địa hình nguyên sinh; để tiết kiệm diện tích, bãi thải thường được đắp với góc dốc tự nhiên. Sau quá trình nổ mìn, xúc bốc, vận chuyển, đất đá bãi thải bị bờ rời, không còn tính liên kết bền vững như trong nguyên khối. Các điều kiện đó sẽ làm cho đất đá bãi thải dễ dàng bị dịch chuyển, biến dạng. Các hiện tượng trượt lở, sập đổ dưới tác dụng của hoạt động ngoại sinh: mưa, gió, bão tố... luôn được tiềm ẩn và xảy ra. Không thể nói đến một phương án đổ thải hợp lý nếu không xác định được góc dốc sườn bãi thải và độ ổn định của nó theo thời gian để giảm thiểu thiên tai dưới tác động của biến đổi khí hậu.

Để xác định góc dốc sườn bãi thải hợp lý, đảm bảo độ ổn định của bãi thải dưới tác động của các yếu tố, nhóm nghiên cứu đã tiến hành nghiên cứu xác định góc dốc sườn bãi thải Nam Đèo Nai, một bãi thải đã có một thời gian là

hiểm họa đối với môi trường khu vực Cẩm Phả, góc dốc sườn bãi thải đã được xác định và bãi thải đã được quy hoạch hoàn thổ cho tới nay.

2. Đặc điểm bãi thải Nam Cọc Sáu - Đèo Nai

a/ Các thông số hình học bãi thải

Nam Cọc Sáu - Đèo Nai là bãi thải ngoài, được đổ thải theo phương pháp bãi thải cao, phân tầng; đất đá đổ thải đạt gần 200 triệu m³. Trong những năm gần đây, mỏ Cọc Sáu phát triển khai trường lên phía bắc, để giảm cung độ vận tải đất đá, vị trí đổ thải của mỏ Cọc Sáu đã chuyển lên bãi thải phía bắc. Bãi thải chỉ dành riêng cho hoạt động đổ thải của mỏ Đèo Nai. Từ đó, bãi thải mang tên gọi bãi thải Nam Đèo Nai. Công nghệ đổ thải vận chuyển bằng ô tô và máy gạt. Điểm đổ thải cao nhất ở phía tây - bắc tới mức + 283 m. Điểm thấp nhất ở chân bãi thải đông - nam ở mức + 3 m. Chiều dài từ đông sang tây là 2500 m; chiều rộng từ bắc xuống nam là 1500 m. Các thông số chủ yếu của bãi thải Nam Cọc Sáu - Đèo Nai được nêu trong bảng 1.

b/ Điều kiện khí hậu - thủy văn

Khí hậu vùng mỏ mang đặc tính nhiệt đới gió mùa, nắng nóng, mưa nhiều. Lượng mưa trung bình hàng năm khoảng 2000 - 2318 mm, tối đa là 3300 mm/năm chủ yếu rơi vào các tháng 7, 8. Số ngày mưa trong năm từ 150 - 170 ngày tập trung trong mùa mưa và chiếm 80% tổng lượng mưa cả năm. Hệ thống thủy văn trong khu vực bao gồm suối muong α về phía tây và suối Hóa Chất về phía đông bãi thải là các dòng chảy mặt có vai trò thoát nước từ hai mỏ Cọc Sáu và Đèo Nai ra Vịnh Bái Tử Long.

c/ Đặc điểm địa chất công trình

Đất đá bãi thải Nam Đèo Cọc Sáu - Đèo Nai là các loại đá trầm tích ở vách, trụ các vỉa than đã nổ mìn, xúc bốc, vận chuyển từ các moong khai thác đến bãi thải. Thành phần cỡ hạt của đất đá cũng rất khác nhau, có kích thước từ 0,1 mm đến 1000 mm với tính chất cơ lý của đất đá trong bảng 2.

Bảng 1. Các thông số chủ yếu của bãi thải Nam Cọc Sáu - Đèo Nai

Chiều cao bãi thải (m)	Góc dốc sườn bãi thải (°)	Diện tích đổ thải (ha)	Chiều cao tầng thải (m)	Chiều rộng mặt tầng (m)	Góc dốc sườn tầng (°)
280	26° - 36°	270	50 - 100	20 - 50	32° - 40°

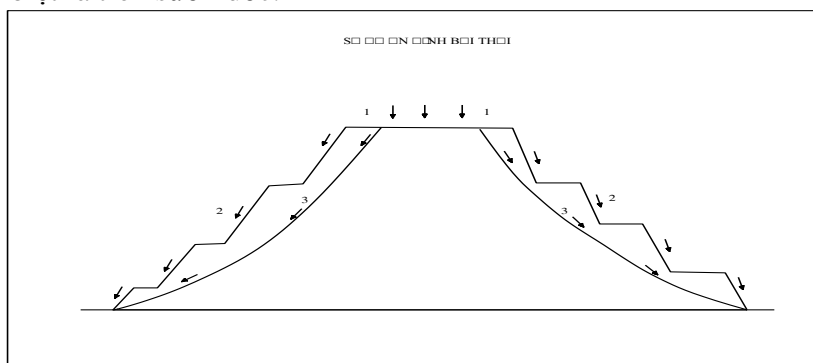
Bảng 2. Một số chỉ số cơ lý đất đá bãi thải Nam Đèo Nai - Cọc Sáu

Độ rỗng η [%]	Tỷ trọng γ [t/m ³]	Tỷ trọng bão hoà γ_{bh} [t/m ³]	Lực dính kết C [t/m ²]	Góc ma sát trong φ [⁰]
21	2,05	2,26	2,0	30

(nguồn: Hoàng Kim Vĩnh)

3. Hoạt động ngoại sinh và tác động đến quá trình trượt lở sườn bãi thải

Các công đoạn của qui trình công nghệ khai thác đã phá vỡ cấu trúc nguyên thủy của đất đá, làm thay đổi cơ bản tính chất cơ lý của chúng, mà tiêu biểu nhất là sự thay đổi về tỷ trọng, tỷ số kháng cắt và mức độ ngậm nước v.v.... Dưới các tác động ngoại sinh như nắng, gió, mưa bề mặt bãi thải có thể xảy ra các các hiện tượng như xói mòn, trượt lở, làm thay đổi và biến dạng bề mặt địa hình bãi thải, đặc biệt là trên sườn dốc.



Hình 2. Sơ đồ quá trình ổn định đất đá bãi thải

- 1- Lún bề mặt (chuyển dịch đứng); 2 - Xói mòn bề mặt do tác động các hiện tượng ngoại sinh;
3 - Trượt lở (trượt khối) bãi thải do tác động ngoại sinh)

3.1. Tác động của nước

Nước được coi là tác nhân ngoại sinh chủ yếu gây ra sự chuyển dịch đất đá và biến dạng bãi thải mỏ. Dưới tác động của nước, bề mặt địa hình bị biến dạng dưới các hình thái sau đây:

- Lún bề mặt; - Bào mòn bề mặt; - Trượt lở sườn dốc (hiện tượng trượt khối)

Lực phá hủy của nước trong các quá trình chảy tràn được xác định bằng lực sống của nó (P), lực này theo định luật cơ học thể hiện bằng công thức 1 (Cao Văn Chí 2003):

$$P = \frac{MV^2}{2} \quad (1)$$

Mưa và lực sống của dòng chảy tỷ lệ với khối lượng nước (M) và bình phương vận tốc của dòng chảy (V) (Cao Văn Chí 2003).

$$V = \sqrt{2gh} \quad (2)$$

Gọi g - gia tốc trọng lực ; h - chiều cao dốc.

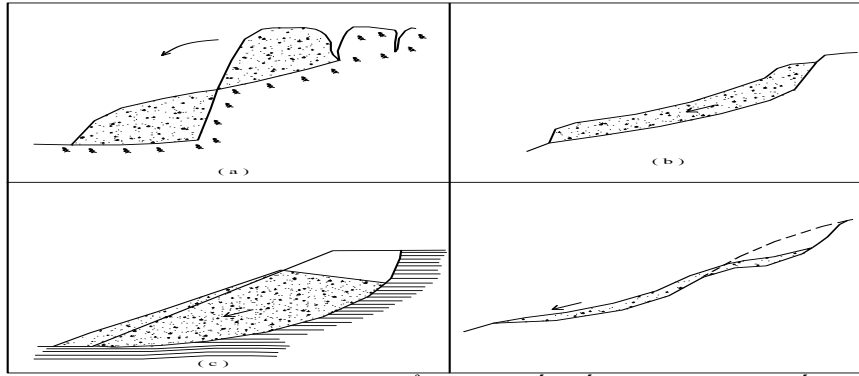
Động năng của dòng chảy được thể hiện bằng công thức (3) (Nguyễn Uyên 2004)

$$I = mgh \quad (3)$$

Vì gia tốc g là hằng số nên năng lượng của dòng chảy sẽ tỷ lệ với khối lượng và chiều cao dốc, nghĩa là dòng nước càng lớn, vận tốc dòng chảy của nó càng mạnh thì năng lượng phá hủy của nó càng lớn. Tác động của nước với sự dịch chuyển biến dạng bãi thải có thể được chia ra: sự phá hủy đất bề mặt do mưa; xói mòn bề mặt địa hình do nước mặt; trượt lở mất ổn định sườn bãi thải do tác động của nước thấm thấu trong thân bãi thải.

3.2. Các dạng dịch chuyển đất đá sườn dốc bãi thải

Trong điều kiện bình thường, đất đá đổ thải luôn có xu hướng dịch chuyển về không gian trống phía sườn dốc. Mặt khác, do tác động của trọng lực và các yếu tố ngoại sinh khác như nước thấm ngậm trong đất làm mất tính liên kết, khả năng ma sát và dính kết của đất giảm (đất bão hòa nước) trượt lở xảy ra, mái dốc bị phá hủy. Trên thế giới, nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu các hiện tượng dịch chuyển đất đá mái dốc và có những cách phân loại khác nhau (Browner, Phisenko, Brunnsden...) trên hình 3. (Nguyễn Uyên 2004).



Hình 3. Các dạng dịch chuyển của khối đất đá trên sườn dốc
a) Sập lở ; b) Trượt tịnh tiến ; c) Trượt xoay ; d) Trượt dòng

Các dịch chuyển biến dạng đó có thể xảy ra ngay sau khi đổ thải, dịch chuyển chậm dần trong nhiều năm, hoặc xảy ra đột ngột tại thời điểm bất kỳ nào đó, thí dụ như sập lở. Để xác định tính ổn định của bề mặt sườn dốc bãi thải, cần xem xét độ ổn định của nó trong điều kiện tự nhiên và trạng thái ổn định khi có những tác động của các yếu tố ngoại sinh.

4. Các phương pháp đánh giá độ ổn định của mái dốc

- Phương pháp phân thời Terzaghi

Đối với mái dốc có hình dáng phức tạp, không đồng chất, được tạo bởi nhiều lớp đất, việc xác định trọng tâm khối trượt sẽ gặp nhiều khó khăn. Để khắc phục được những nhược điểm trên khi phân tích đánh giá ổn định của mái dốc, người ta tiến hành chia khối trượt thành nhiều thời thẳng đứng. Hệ số ổn định F được tính theo công thức (4) (Nguyễn Uyên 2004):

$$F = \frac{M_{ct}}{M_{gt}} = \frac{\tau_0 LR}{Wd} > 1 \quad (4)$$

trong đó: τ_0 - cường độ chống cắt của đất tại mặt trượt; L - độ dài cung trượt; R - bán kính gây trượt.

- Phương pháp tính hệ số ổn định Bishop

Nhiều tác giả đã tiến hành xét đến các lực tác dụng của các thời kề nhau, tìm cách xác định N_i với điều kiện thoả mãn sự cân bằng tĩnh học mà Bishop là một tác giả điển hình, gọi là phương pháp Bishop (Nguyễn Uyên 2004)

$$F_s = \frac{\sum \{c_i l_i + [(W_i + H_{i+1} - H_i) \cos \alpha_i - (P_{i+1} - P_i) \sin \alpha_i] \operatorname{tg} \varphi_i\}}{\sum W_i \sin \alpha_i} \quad (5)$$

Đây là công thức tính hệ số ổn định mái dốc chính xác trên cơ sở tính toán đảm bảo an toàn cho mái dốc.

5. Đánh giá ổn định sườn dốc của bãi thải Nam Cọc Sáu - Đèo Nai

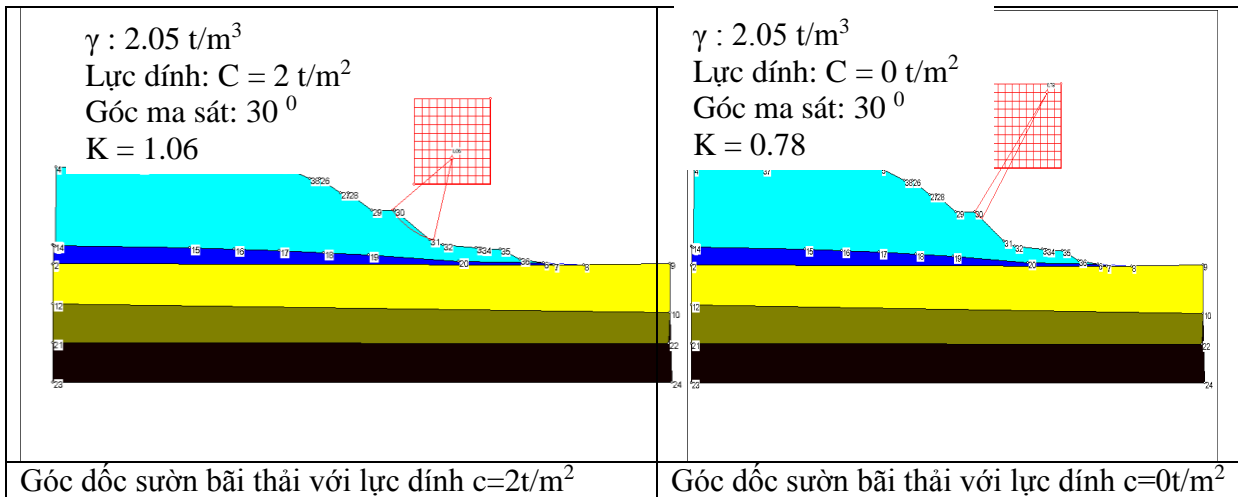
Trong đánh giá định lượng hệ số ổn định sườn bãi thải phải sử dụng nhiều chỉ tiêu cơ lý đất đá khác nhau như trọng lượng thể tích γ , lực dính kết C , góc ma sát trong φ v.v... các chỉ số cơ lý đất đá được xác định bằng nhiều phương pháp khác nhau, từ các báo cáo địa chất cũ, thí nghiệm trong phòng cũng như thí nghiệm xác định ngoài hiện trường (bảng 2).

Việc tính toán độ ổn định bãi thải được thực hiện bằng các phần mềm chuyên dụng quốc tế như SLOPE/W của Canada MODUL 3 (SLOPE/W): Phân tích ổn định mái dốc trong bộ chương trình GEO-SLOPE của Canada, bao gồm 6 MODUL đã được sử dụng trên 100 nước trên thế giới.

Mối tương quan đó được biểu thị bằng biểu thức: $n = \frac{R}{D}$, (9)

trong đó: n - hệ số an toàn (Hệ số ổn định - Safety factor); R - lực giữ (Resisting force), đơn vị tính [tấn]; D - lực đẩy (Driving force), đơn vị tính [tấn];

Vị trí tuyến cắt được xác định trên bản đồ hiện trạng bãi thải Nam Cọc Sáu - Đèo Nai. Với dữ liệu đầu vào cho chương trình là dữ liệu mặt cắt địa hình hiện trạng tại vị trí tính toán ổn định, tỷ trọng của đất đá γ (t/m^3), lực tương tác dính kết trong của đất đá C (t/m^2) và góc ma sát trong của đất đá thải φ ($^\circ$).



Hình 4. Kết quả tính ổn định bãi thải Nam Cọc Sáu - Đèo Nai trên tuyến cắt I

Kết quả tính toán (tuyến mặt cắt I và II) được xem xét trong điều kiện bình thường với lực dính kết của đất theo hiện trạng bãi thải đang tồn tại và trong điều kiện đất đá thải bị mất lực dính kết của do trương nở. Kết quả tính toán độ ổn định sườn dốc bãi thải theo hai điều kiện được nêu trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả tính ổn định bãi thải trên tuyến I, II

TT	Phương án	Lực dính kết của đất đá	Hệ số ổn định	Ghi chú
1	Mặt cắt I	$C = 2 \text{ t/m}^2$	1,06	Ổn định
		$C = 0 \text{ t/m}^2$	0,78	Mất ổn định
2	Mặt cắt II	$C = 2 \text{ t/m}^2$	1,04	Ổn định
		$C = 0 \text{ t/m}^2$	0,79	Mất ổn định

Kết quả tính toán ổn định bãi thải trong điều kiện bình thường và trong điều kiện đất bị mất lực dính kết cho thấy:

Hiện nay, bãi thải đang tồn tại ổn định khi lực dính kết của đất C bằng 2 t/m^2 . Dưới tác động của nước, theo thời gian, đất đá bị trương nở làm mất lực dính kết của đất lúc đó hệ số ổn định của đất nhỏ hơn 1, như vậy mái dốc của bãi thải sẽ mất tính ổn định, hiện tượng dịch chuyển đất đá bãi thải hoàn toàn có thể xảy ra. Góc dốc sườn bãi thải nằm trong khoảng $(26^\circ - 36^\circ)$, trong điều kiện tự nhiên, hệ số ổn định của bãi thải lớn hơn 1, bãi thải ở trạng thái ổn định. Khi chịu tác động của các yếu tố ngoại sinh, hệ số ổn định của sườn bãi thải giảm xuống $0,78 (< 1)$.

Bảng 4. Kết quả tính ổn định sườn bãi thải theo thiết kế

TT	Phương án	Lực dính kết của đất đá	Hệ số ổn định	Ghi chú
1	Mặt cắt 26°	$C = 2 \text{ t/m}^2$	1,53	Ổn định
		$C = 0 \text{ t/m}^2$	1,37	Ổn định
2	Mặt cắt 28°	$C = 2 \text{ t/m}^2$	1,46	Ổn định
		$C = 0 \text{ t/m}^2$	1,27	Ổn định
3	Mặt cắt 30°	$C = 2 \text{ t/m}^2$	1,34	Ổn định
		$C = 0 \text{ t/m}^2$	1,02	Ổn định

Kết quả tính toán cho thấy rằng: dưới tác động của các yếu tố ngoại sinh hệ số an toàn của sườn bãi thải sẽ luôn ổn định khi góc dốc chung của sườn dốc bãi thải $\alpha \leq 30^\circ$, khi góc dốc $> 30^\circ$ khi có tác động của yếu tố ngoại sinh thì hiện tượng trượt lở hoàn toàn có thể xảy ra.

6. Kết luận

1. Trong điều kiện bình thường bãi thải hoàn toàn ổn định, khi chịu tác động các yếu tố ngoại sinh như mưa, bão thất thường thì hiện tượng mất ổn định và trượt lở có thể xảy ra đối với các bãi thải có góc dốc sườn không nằm trong mức an toàn cho phép.

2. Góc dốc sườn bãi thải Nam Đèo Nai $<30^\circ$ đã ổn định hoàn toàn từ khi ngừng đổ thải theo thiết kế quy hoạch hoàn thổ và cải tạo bãi thải mỏ.

3. Để có thể khẳng định được độ ổn định cho các bãi thải khác cần có điều tra khảo sát và xác định góc dốc sườn bãi thải đối với từng bãi thải riêng biệt, cần nghiên cứu xác định thành phần, chỉ số cơ lý đất đá cho các bãi thải cụ thể, trên cơ sở nghiên cứu xác định theo nhóm có

thể áp dụng góc dốc sườn bãi thải cho các bãi thải khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Cao Văn Chí, Trịnh Văn Cường, 2003. Cơ học đất, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [2]. Võ Chí Mỹ, Nguyễn Bá Dũng, 2004. Xác định quy luật dịch chuyển và đặc tính biến dạng bãi thải phục vụ quy hoạch hoàn thổ đất mỏ. Tuyển tập báo cáo HNKH lần thứ 16, Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Uyên, 2004. Cơ sở địa chất cơ học đất và nền móng công trình, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [4]. Hội Khoa học Công nghệ mỏ Việt Nam, 2006. Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học kỹ thuật mỏ toàn quốc lần thứ XVII, Đà Nẵng.

SUMMARY

Deformation avaluation of dump slope caused by exogenic processes

Nguyen Ba Dung, *Hanoi University of Natural Resources and Environment*

Dang Tuyet Minh, *University of Water Resources*

Coal exploitation brings about both economic benefits and its impacts on the vital elements of our environment. Man-made landscapes, such as waste dumps of coal exploitation, have effects on residential areas and its surroundings. The impacts can be extremely intensified in the context of climate change. Investigating such impacts of the waste dumps is essential. This paper is to present the results of investigating the effects of factors on the stability of the slopeness of the waste dumps in Coc sau - Deo Nai.

DỰ BÁO TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG...

(tiếp theo trang 26)

SUMMARY

Predictive forecasting of environmental impacts caused by mining activities for strategic environmental assessment

Vu Thi Hang, *Viet Nam Institute of Geodesy and Cartography*

Strategic environmental assessment (SEA) becomes legal requirement and responsibility of every mineral planning. The most important in SEA study is to forecast the core impacts of mining projects on environment and natural resources in time and space. The paper deals with the methods of environmental impacts forecasting of mining activities including open-pit and underground mine as well.