

ĐẶC ĐIỂM CHẤT LƯỢNG VÀ ĐIỀU KIỆN KHAI THÁC ĐÁ SÉT LÀM NGUYÊN LIỆU XI MĂNG KHU MỎ AN BÌNH, LẠC THỦY, HÒA BÌNH

Nguyễn Thị Thanh Thảo

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 25/3/2025

Ngày nhận bài sửa: 24/4/2025

Ngày chấp nhận đăng: 28/4/2025

Tác giả liên hệ:

Email: nguyenthithanhthao@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Với nhu cầu về nguồn vật liệu, đặc biệt là sét làm xi măng thì việc đánh giá chất lượng, trữ lượng và khả năng khai thác là cần thiết. Hòa Bình là tỉnh có tiềm năng về sét làm vật liệu xi măng Portland, trong đó có khu mỏ An Bình. Trên cơ sở các kết quả thăm dò mỏ, kết hợp với phương pháp xử lý số liệu, bài báo bước đầu đánh giá được chất lượng của nguyên liệu sét khu mỏ nghiên cứu và chỉ ra những điều kiện dự kiến khi tiến hành khai thác mỏ. Kết quả phân tích chỉ ra rằng sét khu mỏ chủ yếu là đá phiến sét, đá phiến sét-bột bị phong hóa mạnh và vừa, với thành phần khoáng vật chủ yếu là sericit, kaolinit, ... Hàm lượng các oxit chính SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MKN biến đổi thuộc loại đồng đều đến rất đồng đều và hàm lượng đạt tiêu chuẩn làm nguyên liệu xi măng. Các đặc tính về chỉ tiêu cơ lý và tính phóng xạ đều nằm trong tiêu chuẩn cho phép. Điều kiện khai thác khu mỏ nhìn chung đơn giản điều chỉnh tùy theo đối tượng là lớp phong hóa mạnh và phong hóa vừa. Các thông tin cơ bản góp phần làm sáng tỏ đặc điểm chất lượng nguyên liệu sét và điều kiện khai thác khu mỏ, góp phần đưa mỏ vào sản xuất hiệu quả.

Từ khóa: đá sét, xi măng, khai thác, Hòa Bình

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đá sét là một trong những nguyên liệu chính trong sản xuất xi măng, đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp thành phần oxit silic (SiO_2), oxit nhôm (Al_2O_3) và một phần oxit sắt (Fe_2O_3) cho quá trình tạo clinker [1], [2]. Chất lượng đá sét ảnh hưởng trực tiếp đến thành phần hóa học, tính chất cơ lý của nguyên liệu phối trộn, từ đó quyết định đến hiệu suất và chất lượng xi măng thành phẩm [3].

Khu vực An Bình, huyện Lạc Thủy, tỉnh Hòa Bình là một trong những vùng có tiềm năng khoáng sản đá sét phục vụ công nghiệp xi măng [4], [5]. Tuy nhiên, để khai thác và sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên này, cần có sự đánh giá cụ thể về đặc điểm chất lượng đá sét cũng như các điều kiện khai thác tại khu vực [6]. Việc nghiên cứu này không chỉ giúp tối ưu hóa quá trình sản xuất mà còn đảm bảo khai thác bền vững, đáp ứng các yêu cầu về bảo vệ môi trường và phát triển kinh tế địa phương.

Bài báo này tập trung phân tích đặc điểm chất lượng đá sét nguyên liệu tại khu vực An Bình, đánh giá khả năng đáp ứng yêu cầu của ngành công nghiệp xi măng và xem xét các điều kiện khai thác nhằm đề xuất giải pháp sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên này.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khái quát đặc điểm khu mỏ

2.1.1. Đặc điểm địa chất, kiến tạo khu vực thăm dò

Khu vực mỏ sét thuộc xã An Bình và xã Thống Nhất, huyện Lạc Thủy. Khu mỏ thăm dò được cấu thành bởi các thành tạo sét, bột, cát mềm dẻo màu tím gan gà, xám, vàng nâu, xám vàng loang lổ xám trắng. Đây là sản phẩm phong hóa từ sét kết, bột kết, đá phiến sét, cát kết thuộc hệ lớp 1, tập dưới hệ tầng Suối Bàng ($T_{3n-rsb_1^1}$) và các thành tạo aluvi, deluvi, proluvi thuộc hệ Đệ Tứ không phân chia phân bố dọc thung lũng của các suối. Cụ thể các hệ tầng trong khu mỏ gồm: Hệ tầng Suối Bàng ($T_{3n-rsb_1^1}$) do Vũ Khúc xác lập năm 1998, được phân

làm 2 tập gồm tập dưới và trên với chiều dày dao động khoảng từ 680-1180 m. Tập dưới ($T_{3n-r sb_1}$) gồm 3 hệ lớp. Hệ lớp 1 đặc trưng bởi bột kết, đá phiến sét, cát kết màu xám tối, nâu đen xen các lớp thấu kính than mỏng. Hệ lớp 2 gồm bột kết xen đá phiến sét, cát kết màu xám đen, vàng, nâu, xen vỉa than có giá trị công nghiệp. Tiếp đến là hệ lớp 3 gồm bột kết, đá phiến sét, đá phiến sét vôi, cát kết màu xám đến đen, vàng xen các lớp cuội kết, thấu kính, vỉa than mỏng. Tập trên ($T_{3n-r sb_2}$) bao gồm cát kết hạt lớn, sạn kết, cuội kết xen bột kết màu xám, xám sáng, phớt tím, vàng, nâu. Chiều dày dao động trong khoảng 85- 200m. Thế nằm của các đá bị biến đổi mạnh, chủ yếu cắm về phía tây - tây bắc và đông - đông nam, với góc dốc 55^0 - 75^0 . Các thành tạo hệ Đệ tứ (Q) bao gồm aluvi, deluvi, proluvi phân bố trên các thung lũng, bãi bồi dọc theo các suối nhỏ, nằm phủ lên các thành tạo sét kết, bột kết, cát kết phong hóa, dẻo mềm của hệ tầng Suối Bàng. Thành phần chủ yếu gồm cát, bột, sét ít sạn, sỏi, ít mảnh vụn đá cát, bột kết, màu nâu vàng, vàng nâu. Chiều dày dao động chủ yếu từ 2- 6m, đôi chỗ lên tới 8 – 9 m.

Trong khu mỏ xuất hiện một số hệ thống khe nứt phát triển theo các phương khác nhau. Một số khe nứt được lấp đầy bởi các mạch calcit hoặc ít mạch thạch anh nhiệt dịch màu trắng sữa, kích thước nhỏ. Nhìn chung, các hệ thống đứt gãy này ảnh hưởng không nhiều tới cấu trúc thân sét nguyên liệu trong các diện tích thăm dò. Theo tài liệu thăm dò đã xác định được các nếp uốn trong khu mỏ nghiên cứu. Trục các nếp uốn kéo dài phương đông bắc - tây nam và á kinh tuyến, các nếp uốn có quy mô nhỏ, mặt trục hơi nghiêng, hai cánh được cấu thành bởi các đá sét kết, bột kết, xen cát kết của hệ tầng Suối Bàng. Dọc theo trục nếp uốn, các đá bị nứt nẻ, dập vỡ mạnh.

2.1.2. Đặc điểm phân bố thân khoáng

Kết quả thi công cho thấy, thân đá sét làm nguyên liệu xi măng trong khu vực thăm dò có thành phần gồm sét, bột, cát hạt nhỏ là sản phẩm phong hóa (phong hóa mạnh và phong hóa vừa) từ các đá phiến sét, phiến sét - bột, bột kết, cát kết của hệ lớp 1, hệ tầng Suối Bàng (T_{3n-rsb_1}). Thân sét kéo dài theo phương đông bắc - tây nam và bị phân cắt phức tạp bởi các thành tạo trầm tích Đệ tứ, ranh giới uốn lượn theo bề mặt địa hình hiện tại, dài 850-1450 m, rộng từ 750-1400 m và kéo dài ra ngoài diện tích thăm dò. Chiều dày dao động trong khoảng 2,5-19,8 m, trung bình 11,7 m. Đá phong hóa được chia thành 02 đới khá rõ rệt.

- Đới phong hóa mạnh: Gồm chủ yếu là sét, bột, cát hạt nhỏ xen lẫn ít mảnh vụn đá phiến sét, sét bột cát kết phong hóa chưa triệt để; đá mềm

dẻo có màu nâu vàng, xám vàng, nâu đỏ loang lổ, phớt tím là sản phẩm phong hóa từ đá phiến sét, đá phiến sét - bột, bột kết, xen cát kết, độ cứng <1.

- Đới phong hóa vừa: Nằm trực tiếp trên đá gốc chưa phong hóa, hình thái dạng vỉa. Ranh giới không rõ ràng với đá gốc, chủ yếu được xác định theo màu sắc và kết quả lấy mẫu độ cứng. Độ kiên cố thường từ 1,0-2,5. Thành phần gồm sét bột kết xen các lớp mỏng hoặc thấu kính cát bột kết bị phong hóa vừa. Về cơ bản các đá vẫn giữ nguyên thể nằm và dạng cấu trúc của đá gốc. Do đó, ngoài thực địa dễ dàng xác định được thể nằm và ranh giới thạch học giữa các lớp cát bột kết với sét bột kết, phiến sét. Đá có màu xám vàng, nâu vàng, loang lổ tím, tím gan gà. Chiều dày đới phong hóa thay đổi trong khoảng 1,4-17 m, trung bình 8,40 m.

2.2. Đặc điểm chất lượng sét khu mỏ

2.2.1. Thành phần thạch học của đá sét phong hóa vừa

Kết quả phân tích các mẫu lát mỏng lấy trong đá sét phong hóa vừa cho thấy trong khu vực nghiên cứu xuất hiện chủ yếu là đá phiến sét, đá phiến sét - bột, đôi chỗ xen lớp mỏng đá phiến sét - bột chứa vật chất than và ít lớp mỏng cát kết, cát bột kết.

- Đá phiến sét - bột: Đá có kiến trúc sét bột biến dư, cấu tạo phân phiến, phân lớp. Thành phần khoáng vật chủ yếu là sericit, hydromica và hạt vụn thạch anh (15-35%). Các khoáng vật sét bị biến đổi thành tổ hợp cộng sinh sericit + hydromica + chlorit.

- Đá phiến sét: Đá cấu tạo phân lớp, phân phiến; kiến trúc hạt biến dư. Thành phần chủ yếu là sericit (25-30%) và hydromica (52-63%). Các khoáng vật sét sắp xếp định hướng phân phiến, biến đổi thành tổ hợp cộng sinh sericit + hydromica + chlorit.

- Đá cát bột kết: Đá có cấu tạo định hướng và phân lớp, kiến trúc bột lớn, kiểu xi măng lấp đầy. Thành phần chủ yếu là thạch anh chiếm 73%, sericit và sét hydromica 15%, hydroxit sắt 5%. Xi măng gắn kết và lấp đầy giữa các hạt vụn chủ yếu là sét bị biến đổi thành tập hợp sericit và hydromica.

- Cát kết dạng gravac hạt nhỏ, xi măng calcit, sét, than: Đá cấu tạo phân lớp, kiến trúc cát hạt nhỏ, kiểu xi măng cơ sở. Thành phần chủ yếu là thạch anh 47-55%, silic 10-13%, sericit và sét hydromica 30%, hydroxit sắt 5%. Các khoáng vật sắp xếp định hướng và phân lớp.

Đặc điểm thành phần khoáng vật sét phong hóa

* *Đặc điểm thành phần khoáng vật của đá sét phong hóa mạnh:*



- Theo kết quả phân tích mẫu nhiệt trong đá sét phong hóa mạnh cho thấy thành phần khoáng vật sét chủ yếu là illit (Sericit) (9-22%), kaolinit (6-15%), gotit (4-14%), chlorit (4-6%), ngoài ra còn có ít khoáng vật khác.

- Theo kết quả phân tích mẫu rơnghen trong đá sét phong hóa mạnh cho thấy thành phần chính gồm thạch anh (43-60%), illit (9-23%), kaolinit (6-17%), gotit (3-11%), feldpat (1-4%), chlorit (4-7%).

* **Đặc điểm thành phần khoáng vật của đá sét phong hóa vừa:**

- Kết quả phân tích các mẫu nhiệt chỉ ra rằng thành phần khoáng vật chủ yếu là illit (sericit) (14-

30%), kaolinit (4-16%), clorit (4-15%), gothit (4-7%).

- Kết quả phân tích mẫu rơnghen chủ yếu là thạch anh (41-50%), Illit (sericit) (13-31%), gothit (4-7%), kaolinit (4-16%), feldpat (1-5%), chlorit (4-17%).

2.2.2. Đặc điểm thành phần hóa học

* **Kết quả phân tích mẫu hoá cơ bản:**

Trên cơ sở các kết quả phân tích thành phần hóa cơ bản của tập mẫu đạt chỉ tiêu hàm lượng làm nguyên liệu xi măng, áp dụng các phương pháp tổng thống kê [7]. Các thông số thống kê tính được tổng hợp ở Bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp các thông số thống kê

Thông số	Thành phần hóa học (%)							
	Tập mẫu hoá sét phong hoá mạnh				Tập mẫu hoá sét phong hoá vừa			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MKN	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MKN
Giá trị nhỏ nhất	50,01	10,09	3,97	3,53	56,86	11,22	4,79	4,41
Giá trị lớn nhất	75,00	21,95	28,20	9,13	74,74	21,84	15,64	8,37
Giá trị trung bình	67,33	14,33	8,47	5,49	65,42	16,01	8,16	6,07
Quân phương sai	3,68	1,70	2,53	0,70	3,46	2,14	1,72	0,75
Phương sai	13,53	2,87	6,42	0,49	11,95	4,59	2,95	0,57
Độ nhọn	0,95	0,30	9,33	0,67	-0,62	-0,18	2,87	-0,12
Độ lệch	-0,40	0,24	2,28	0,34	-0,02	0,33	1,36	0,15
Tổng số mẫu	2692	2692	2692	2692	200	200	200	200
Hệ số biến thiên (Vc%)	5,46	11,83	29,91	12,77	5,28	13,38	21,03	12,38

Từ kết quả tính toán trên cho thấy hàm lượng các thành phần hóa SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MKN biến đổi thuộc loại đồng đều đến rất đồng đều với hệ số biến thiên trong khoảng 5,28-21,03%.

* **Kết quả phân tích mẫu hóa toàn diện:**

Kết quả phân tích hóa toàn diện 315 mẫu hóa nhóm lấy trong thân đá sét nguyên liệu cho thấy hàm lượng trung bình các thành phần hóa học như sau: Hàm lượng SiO₂: 54,88-75,78%, trung bình 67,40%; Al₂O₃: 10,67–18,47%, trung bình 14,46%; Fe₂O₃: 4,48–21,96%, trung bình 8,52%; CaO: 0,26-0,43%, trung bình 0,34%; MgO: 0,14-0,25%, trung bình 0,19%; TiO₂: 0,30-0,52%, trung bình

0,40%; K₂O: 1,28-1,92%, trung bình 1,65%; Na₂O: 0,35-0,56%, trung bình 0,47%; P₂O₅: 0,05-0,09%, trung bình 0,07%; MKN: 4,25-6,99%, trung bình 5,48%; SO₃: 0,13-0,22%, trung bình 0,17%.

Kết quả trình bày trên cho thấy thành phần SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ trong tập mẫu phân tích hoá toàn diện tương tự mẫu phân tích hóa cơ bản. Điều đó chứng tỏ sét khu mỏ có thành phần các oxit chính khá đồng đều.

2.2.3. Đặc điểm tính chất cơ lý

* **Đối với đá sét phong hoá mạnh:**

Kết quả phân tích các mẫu cơ lý đất trong đá sét phong hóa mạnh được thể hiện tại Bảng 2.

**Bảng 2. Tổng hợp kết quả phân tích mẫu cơ lý của đá sét phong hóa mạnh**

TT	Thông số	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị trung bình
1	Độ ẩm tự nhiên W(%)	11,4	27,4	19,8
2	Khối lượng thể tích tự nhiên (g/cm ³)	1,43	1,99	1,90
3	Khối lượng thể tích khô (g/cm ³)	1,19	1,77	1,58
4	Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,68	2,73	2,70
5	Hệ số rỗng tự nhiên	0,527	1,268	0,711
6	Độ lỗ rỗng n%	34,5	55,9	41,3
7	Độ bão hòa (%)	42,8	93,3	75,4
8	Giới hạn chảy(%)	31,1	38,8	34,2
9	Giới hạn dẻo (%)	17,0	24,2	20,4
10	Chỉ số dẻo (%)	12,1	15,4	13,9
11	Độ sệt	-0,55	0,47	-0,04
12	Hệ số nén (cm ² /kG)	0,008	0,210	0,033
13	Lực dính kết (kG/cm ²)	0,211	0,278	0,246
14	Góc ma sát (độ)	16°15	23°06	20°10

* Đối với đá sét phong hóa vừa:

Kết quả phân tích mẫu cơ lý đá trong đá sét phong hóa vừa được thể hiện tại Bảng 3.

Bảng 3. Tổng hợp kết quả phân tích mẫu cơ lý của đới sét phong hóa vừa

TT	Thông số	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị trung bình
1	Độ ẩm W(%)	3,08	5,97	4,76
2	Khối lượng TT tự nhiên (g/cm ³)	1,89	2,09	2,05
3	Khối lượng thể tích khô (g/cm ³)	1,80	2,01	1,96
4	Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,69	2,71	2,70
5	Độ rỗng n%	23,99	35,32	29,11
6	Cường độ kháng nén tự nhiên (kG/cm ²)	12,20	54,80	34,25
7	Cường độ kháng nén bão hòa (kG/cm ²)	3,1	31,6	13,6
8	Cường độ kháng kéo (kG/cm ²)	3,1	11,8	7,8
9	Hệ số kiên cố tự nhiên	0,7	1,5	1,2
10	Hệ số kiên cố bão hòa	0,2	0,9	0,5
11	Hệ số hóa mềm	0,20	0,60	0,38
12	Lực dính kết (kG/cm ²)	3,1	12,7	8,2
13	Góc ma sát (độ)	34°28	41°28	38°27

2.2.4. Thể trọng

Kết quả tính thể trọng tự nhiên và thể trọng khô trung bình của các đá được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4. Tổng hợp kết quả tính thể trọng tự nhiên, thể trọng khô trung bình

Sét bột phong hoá mạnh		Sét bột phong hoá vừa	
Thể trọng tự nhiên (T/m ³)	Thể trọng khô (T/m ³)	Thể trọng tự nhiên (T/m ³)	Thể trọng khô (T/m ³)
1,88	1,58	2,01	1,88

2.2.5. Đặc tính xạ

Kết quả phân tích mẫu hoá xạ trong đá sét được tính chuyển đơn vị % và ppm của U, Th, K sang đơn vị Bq/kg. Mẫu được lấy với khối lượng 1 kg/mẫu.

Hoạt động phóng xạ riêng được tính theo công thức:

$$C_j = C_p T_i / q_i \quad (1)$$

Trong đó:

C_j - hoạt độ phóng xạ;

$C_p T_i$ - hàm lượng phóng xạ theo kết quả phân tích;

q_i - khối lượng mẫu phân tích.

Thay kết quả phân tích tính được hoạt độ phóng xạ riêng trung bình của từng nguyên tố như sau: $C_U = 67,15$ Bq/kg; $C_{Th} = 33,3$ Bq/kg; $C_K = 130,25$ Bq/kg.

Căn cứ vào Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 397:2007 [8], về hoạt độ phóng xạ tự nhiên của vật liệu xây dựng thì mức độ an toàn trong sử dụng và phương pháp thử đối với khối lượng hạn chế được tính theo công thức:

$$I_1 = C_U/300 + C_{Th}/200 + C_K/3000 = 0,43 \text{ Bq/kg}$$

Như vậy, giá trị hoạt độ phóng xạ tự nhiên trung bình của đá sét trong khu vực thăm dò là 0,43 Bq/kg nhỏ hơn so với giá trị chỉ số hoạt độ phóng xạ an toàn $I_1 < 6$ Bq/kg.

2.2.6. Nhận định

Từ kết quả đạt được, có thể thấy rằng, khu mỏ nghiên cứu tồn tại hai tầng là sản phẩm phong hoá từ các đá sét bột kết, đá phiến sét, thuộc đới phong hoá mạnh và phong hóa vừa. Hai tầng này có sự khác nhau nhất định về đặc điểm thành phần thạch học, thành phần khoáng vật, thành phần hóa học và đặc tính cơ lý. Tại từng tầng phong hóa, các yếu tố này biến đổi từ đồng đều đến rất đồng đều trong toàn khu mỏ. Đối sánh với Tiêu chuẩn quốc gia về sét để sản xuất clinker xi măng Portland, TCVN 6071:2013, cho thấy rằng, sét khu mỏ nghiên cứu, cả 2 tầng sản phẩm phong hóa đều đáp ứng yêu cầu làm nguyên liệu cho sản xuất xi măng [9] (Bảng 5).

Bảng 5. Đối sánh chỉ tiêu kỹ thuật của sét với Tiêu chuẩn TCVN 6071:2013

Chỉ tiêu	Hàm lượng oxit, %			
	Tập mẫu hoá sét phong hoá mạnh (Hóa cơ bản)	Tập mẫu hoá sét phong hoá vừa (Hóa cơ bản)	Khu mỏ (Hóa toàn diện)	TCVN 6071:2013
SiO ₂	67,33	65,42	67,40	55 - 70
Al ₂ O ₃	14,33	16,01	14,46	10 - 24
(Na ₂ O + K ₂ O)	-	-	2,12	< 4

2.3. Điều kiện khai thác mỏ

2.3.1. Dự tính lượng nước chảy vào mỏ và biện pháp tháo khô mỏ

Trên cơ sở các kết quả điều tra địa chất thủy văn - địa chất công trình, dựa vào quy mô và chiều sâu khai thác có thể đưa ra những nhận định về điều kiện khai thác mỏ như sau:

- Đối tượng khai thác nằm trên cao, cao hơn mực xâm thực địa phương nên nước ngầm không ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình khai thác mỏ;

- Lượng nước chảy vào công trường khai thác chủ yếu là nước mưa. Do vậy để bảo đảm sản xuất

liên tục cần phải tháo khô mỏ bằng hệ thống tiêu thoát nước tự chảy vào mùa mưa.

* Lượng mưa rơi trực tiếp vào từng khu được tính theo công thức:

$$Q_{mưa} = 1,05 W.F \quad (m^3/ngày) \quad (2)$$

Trong đó:

$Q_{mưa}$ - lượng nước mưa lớn nhất rơi trực tiếp trên moong khai thác, m³/ngày;

W - lượng mưa lớn nhất trong ngày, m/ngày.

Theo tài liệu của Trung tâm tư liệu khí tượng thủy văn tại trạm Hòa Bình cho thấy ngày 30 tháng 8 năm 2018 có lượng mưa cao nhất là: 0,2225 m/ngày;



F- diện tích moong khai thác dự kiến, m²;
1,05 - hệ số dự phòng liên quan biến đổi khí hậu.

- Lượng nước mưa chảy vào moong khai thác khu mỏ là :

$$Q_{3mưa} = 1.567.000 \times 0,2225 \times 1,05 = 366.090 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

* Nước bên sườn chảy trực tiếp vào moong khai thác:

Diện tích thăm dò nằm trên đỉnh các quả đồi nằm độc lập, hai bên không có đồi núi nào cao hơn các khu thăm dò, nên lượng nước bên sườn chảy vào khu vực khai thác là không có.

2.3.2. Dự tính góc dốc ổn định bờ moong khai thác lộ thiên

Phương pháp tính dự báo góc dốc ổn định bờ moong khai thác được áp dụng theo phương pháp Popov và tính riêng cho từng lớp đất đá cấu tạo bờ dốc moong khai thác [10]. Các thông số dùng cho tính toán từ kết quả thí nghiệm mẫu cơ lý trong điều kiện bão hòa.

* Áp dụng công thức Popov cho lớp phong hóa mạnh:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{K} + \frac{C}{\gamma H} \quad (3)$$

* Áp dụng công thức Popov cho lớp phong hóa vừa:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{K} + \frac{\lambda C}{\gamma H} \quad (4)$$

Trong đó:

α - góc dốc bờ moong khai thác, độ;

φ - góc ma sát trong nhỏ nhất của đá, độ;

K - hệ số an toàn lấy K = 1,1;

C - lực dính kết nhỏ nhất của đá, tấn/m²;

H - chiều cao tầng khai thác ứng với từng cốt khai thác dự kiến, m;

γ - khối lượng thể tích lớn nhất của đất đá, tấn/m³;

λ - hệ số điều chỉnh của đất đá, lấy theo kinh nghiệm = 0,1.

Kết quả tính toán được tổng hợp trong các Bảng 6, Bảng 7 và Bảng 8.

Bảng 6. Các thông số tính toán độ dốc bờ moong

Thông số	Khu mỏ thăm dò	
	Đá phong hóa mạnh	Đá phong hóa vừa
Số mẫu	35	15
γ_{\max} , tấn/m ³	1,99	2,09
C_{\min} , tấn/m ²	2,11	31,0
φ^0_{\min}	16°15'	34°28'

Bảng 7. Kết quả tính góc dốc bờ moong khai thác trong lớp phong hóa mạnh

Thông số tính								
H (m)	$\gamma \cdot H$ (tấn/m ²)	$C/\gamma \cdot H$	Tg φ	Tg φ/K	C (tấn/m ²)	γ (tấn/m ³)	Tg α	A (độ)
5	10,0	0,212	0,29	0,26	2,11	1,99	0,48	25° 51'
10	19,9	0,106	0,29	0,26	2,11	1,99	0,37	20° 36'
15	29,9	0,071	0,29	0,26	2,11	1,99	0,34	18° 56'
20	39,8	0,053	0,29	0,26	2,11	1,99	0,32	18° 04'

Bảng 8. Kết quả tính góc dốc bờ moong khai thác trong lớp phong hóa vừa

Thông số tính									
H (m)	$\gamma \cdot H$ (tấn/m ²)	$C/\gamma \cdot H$	$\lambda C/\gamma \cdot H$	Tg φ	Tg φ/K	C (tấn/m ²)	γ (tấn/m ³)	Tg α	A (độ)
5	10,5	2,967	0,297	0,69	0,62	31,0	2,09	3,59	74° 47'
10	20,9	1,483	0,148	0,69	0,62	31,0	2,09	2,11	65° 04'
15	31,4	0,989	0,099	0,69	0,62	31,0	2,09	1,61	58° 22'



Từ Bảng 7 và Bảng 8 cho thấy:

- Đối với lớp phong hóa mạnh: góc dốc ổn định là $25^{\circ}51'$ đối với chiều sâu moong $H = 5$ m và đến $18^{\circ}04'$ với chiều sâu moong $H = 20$ m.

- Đối với lớp phong hóa vừa: góc dốc ổn định là $74^{\circ}47'$ đối với chiều sâu moong $H = 5$ m và đến $58^{\circ}22'$ với chiều sâu moong $H = 15$ m.

3. KẾT LUẬN

Bài báo cho thấy rằng khu mỏ chủ yếu là đá phiến sét, đá phiến sét-bột bị phong hóa mạnh và vừa. Thành phần khoáng vật chủ yếu là sericit, kaolinit,... Thành phần hóa học của nguyên liệu sét

khá đồng đều với hệ số biến thiên $< 40\%$. Hàm lượng các chỉ tiêu oxit đều đáp ứng tiêu chuẩn làm nguyên liệu xi măng. Điều kiện khai thác khá đơn giản, tùy thuộc vào đá phong hóa mạnh hoặc vừa. Tuy nhiên để đảm bảo an toàn khi khai thác, góc dốc bờ moong ứng với từng loại đất đá và chiều cao tầng khai thác không được vượt quá giá trị tính toán. Do đất đá bị phong hóa, nứt nẻ không đồng nhất khi khai thác cần điều chỉnh góc dốc bờ moong cho phù hợp. Trên đây là các kết quả cơ bản, góp phần cho việc đưa khu mỏ vào sản xuất hiệu quả hơn □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lương Quang Khang, Bùi Hoàng Bắc, Nguyễn Trọng Thoáng (2016). Đặc điểm chất lượng và khả năng sử dụng đá sét khu vực Khe Non, tỉnh Hà Nam làm nguyên liệu xi măng. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 2-2016, tr. 1-5.
- [2]. Lương Quang Khang, Khương Thế Hùng, Bùi Thanh Tịnh (2021). Đặc điểm chất lượng và tiềm năng tài nguyên đá bazan làm phụ gia xi măng khu vực pá đồng tỉnh sơn la, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 3-2021, tr. 60-64.
- [3]. Nguyễn Thị Thu Hằng, Nguyễn Phương, Lê Kim Dung, Nguyễn Chí Thực và Nguyễn Quốc Định (2016). Đánh giá tiềm năng và giá trị kinh tế tài nguyên đá vôi sản xuất xi măng tại tỉnh Ninh Bình, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 1-2016, tr. 69-68.
- [4]. Nguyễn Duy Ngọc và nnk (1978). Bản đồ địa chất - khoáng sản tờ Yên Vệ - Lạc Thủy tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội*.
- [5]. Báo cáo kết quả thăm dò đá sét làm nguyên liệu xi măng tại thôn Đồng Hòa, xã Đồng Tâm và thôn Liên Hồng 2, xã Khoan Dụ, huyện Lạc Thủy, tỉnh Hòa Bình của Công ty Cổ phần Xi măng Thành Thắng Group (2021). *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội*.
- [6]. Báo cáo kết quả thăm dò đá sét làm nguyên liệu xi măng tại các xã Yên Bồng, Khoan Dụ, An Bình và Thống Nhất, huyện Lạc Thủy, tỉnh Hòa Bình của Công ty CP xi măng Xuân Thành (2023). *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội*.
- [7]. Moore, D. S., McCabe, G. P. (2012). *Introduction to the Practice of Statistics* (7th ed.). W.H. Freeman and Company, 694 pages.
- [8]. TCXDVN 397:2007, "Hoạt độ phóng xạ tự nhiên của vật liệu xây dựng - Mức an toàn trong sử dụng và phương pháp thử"
- [9]. TCVN 6071:2013, "Tiêu chuẩn quốc gia về sét để sản xuất clanhke xi măng pooc lăng".
- [10]. Brawner C.O., Milligan V., (1971). *Stability in Open Pit Mining*. Society for Mining Metallurgy, 242 pages.

QUALITY CHARACTERISTICS AND MINING CONDITIONS OF CLAYSTONE FOR CEMENT RAW MATERIAL IN AN BINH MINE AREA, LAC THUY, HOA BINH

Thao Thanh Thi Nguyen

Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien St., Ha Noi, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 25/3/2025

Revised: 24/4/2025

Accepted: 28/4/2025

Corresponding author:

Email: nguyenthithanhthao@humg.edu.vn



ABSTRACT

With the increasing demand for raw materials, particularly clay for cement production, assessing quality, reserves, and mining feasibility is essential. Hoa Binh Province has significant potential for clay as a raw material for Portland cement, including the An Binh mine area. Based on exploration results and data processing methods, this study provides an initial assessment of the clay quality in the investigated mine area and outlines the expected conditions for mining operations.

Analysis results indicate that the clay in the mine area primarily consists of shale and silty shale, which have undergone strong to moderate weathering. The main mineral components include sericite, kaolinite, etc. The concentrations of key oxides (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) and loss on ignition (LOI) are relatively uniform to highly uniform and meet the standards for cement raw materials. The physical-mechanical properties and radioactivity levels are within permissible limits. Mining conditions in the area are generally simple and can be adjusted depending on the degree of weathering (strong or moderate).

These fundamental findings help clarify the quality characteristics of the clay material and the mining conditions in the area, contributing to the efficient utilization of the mine for production.

Keywords: Claystone, cement, mining, Hoa Binh

@ Vietnam Mining Science and Technology Association