

đó sự ổn định của mái dốc hố đào không được gia cố cũng chỉ giữ được tạm thời cho đến khi các tính chất cơ lý của đất thay đổi (do nước ngầm hoặc mưa lũ làm cho đất ẩm ướt).

Chính vì lý do này để đảm bảo an toàn lao động và các lý do về mặt kinh tế cần phải thi công đào hố, hào (xây móng, đặt đường ống) trong một thời gian ngắn vào mùa khô.

Tuy nhiên trong thực tế, thời gian thi công và tồn tại của nhiều hố, hào thường bị kéo dài tới khi mái dốc không còn giữ được ổn định nữa sẽ dẫn đến sụt lở đất đào gây tai nạn

1. Bảo đảm sự ổn định của hố, hào :

a) Khi đào với thành đứng :

Đối với đất có độ ẩm tự nhiên, kết cấu không bị phá hoại và không có nước ngầm, chỉ cho phép đào hố và hào đứng thành, không cần gia cố với chiều sâu hạn chế do quy phạm quy định như sau :

Đất cát và sỏi	$\leq 1 \text{ m}$
Đất á cát	$\leq 1,25 \text{ m}$
Đất á sét và sét	$\leq 1,5 \text{ m}$
Đất cứng (khi đào phải dùng cuốc chim, xẻ beng)	$\leq 2 \text{ m}$

Chiều sâu thành đứng tới hạn khi đào đất có thể xác định theo công thức [1]

$$Q \sin \theta = c(AC) + Q \cos \theta \operatorname{tg} \varphi \quad (1)$$

Từ công thức ta có thể rút ra được lực dính trong mặt AC

$$c = \frac{Q \sin \theta - Q \cos \theta \operatorname{tg} \varphi}{(AC)} = \frac{Q \sin(\theta - \varphi)}{(AC) \cos \varphi} \quad (2)$$

Trọng lượng khối lăng trụ ABC khi chiều dài của nó bằng 1m là:

$$Q = \gamma \frac{AB \cdot AC}{2} \sin(\alpha - \theta)$$

Kí hiệu $K = C / \gamma$ - hệ số dính

Sau khi đưa trị số Q vào công thức [2] và thay $AB = H / \sin \alpha$ ta có:

$$K = \frac{H \sin(\alpha - \theta) \sin(\theta - \varphi)}{2 \sin \alpha \cos \varphi}$$

Sau khi biến đổi đẳng thức này và ký hiệu cho trường hợp tới hạn K_{\max} tìm thấy chiều sâu hố đào:

$$H = \frac{2K_{\max} \sin \alpha \cos \varphi}{\sin^2\left(\frac{90^\circ - \varphi}{2}\right)} \quad (3)$$

Khi thành hố đào thẳng đứng tức là góc mái dốc bằng 90° chiều sâu tới hạn của nó sẽ là:

$$H_{th} = \frac{2K_{\max} \cos \varphi}{\sin^2\left(\frac{90^\circ - \varphi}{2}\right)} \quad (4)$$

Theo hai công thức trên (3) và (4) có thể xác định được chiều sâu hố đào trong điều kiện cân bằng giới hạn khi không có hệ số an toàn ổn định.

Trong các điều kiện thực tế thi công đất, để đề phòng chấn thương, trong các công thức (3) và (4) khi tính cần đưa thêm hệ số an toàn ổn định bằng cách thay

$$K_{\max} \text{ thành } K' = K_{\max} / m = C / \gamma m$$

$$\varphi \text{ thành } \varphi' = \text{arctg}(t/m)$$

Trong đó:

γ - dung trọng đất (T/m^3)

m – hệ số ổn định 1,5 – 3

t – hệ số ma sát lấy bằng $\tan \varphi$

sau khi thay K' và φ' vào công thức (4) ta sẽ có công thức xác định chiều sâu tối hạn khi đào hố, hào đứng thành:

$$H_{th} = \frac{2K' \cos \varphi'}{\sin^2\left(\frac{90^\circ - \varphi'}{2}\right)} \quad (5)$$

Chiều sâu tối hạn khi đào hố, hào đứng thành cũng có thể xác định theo công thức của Xôcôlốpki như sau:

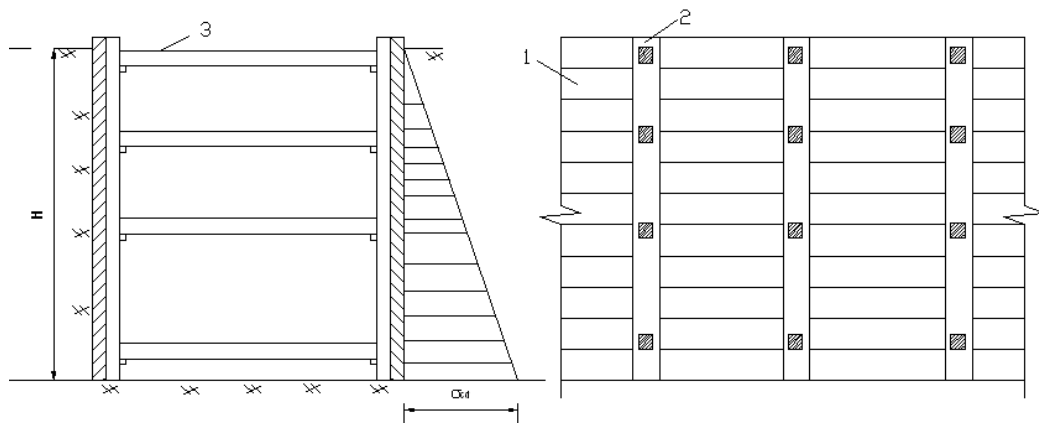
$$H_{th} = \frac{2C \cos \varphi}{\gamma(1 - \sin \varphi)} \quad (6)$$

Hoặc công thức của Giáo sư Sútôvích N.A:

$$H_{th} = m \frac{4C}{\gamma} \quad (7)$$

Khi đào hố, hào sâu hơn giới hạn cho phép thì phải gia cố thành hố hoặc đào giạt cấp.

Hình 2 giới thiệu pp gia cố đào thành dựng đứng (tường chắn):



Hình 2: Gia cố thành đứng hố đào

1 – ván cừ; 2 – cọc đứng; 3 – văng chống ngang

Hệ thống gia cố chủ yếu gồm các bộ phận sau:

1. Ván tường đứng làm từ các tấm riêng rẽ hoặc ghép lại thành tấm lớn, trực tiếp chịu áp lực đất.
2. Các cọc ván đứng để giữ các tấm ván tường theo mặt phẳng đứng.
3. Văng chống ngang hoặc chống xiên giữ các cọc đứng.

Hệ thống gia cố phải được xác định bằng phương pháp tính toán, tính với áp lực chủ động của đất và các tải trọng phụ thêm tác động lên khối lãng trụ sụp đổ.

Trị số áp lực đất chủ động trong đất dính xác định theo công thức cơ học đất như sau:

$$\sigma_{cd} = \gamma H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - 2C \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (8)$$

Trong đó:

H – Chiều sâu hố đào (m)

γ - dung trọng đất (T/m^3)

φ - góc ma sát trong của đất

C – lực dính (T/m^2)

Trị số trung bình của lực dính C đối với một số loại đất như sau (T/m^2)

Cát 0,2

Đất có lẫn thực vật	0,5
Đất á cát	1,5
Đất á sét	5,0
Đất sét	8,0

• Trong đất cát lực dính không lớn nên trong tính toán có thể không tính đến, khi đó áp lực đất chủ động sẽ xác định theo công thức :

$$\sigma_{cd} = \gamma H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (9)$$

• Tính tải trọng phụ thêm, khi xác lập áp lực đất chủ động, tiến hành bằng cách cho tải trọng phụ thêm phân bố đều lên khối lăng trụ sụp đổ với dung trọng của đất lèn chặt.

• Như vậy chiều cao của tải trọng phụ : $[h = q / \gamma]$ sẽ thêm vào chiều sâu hố đào.

• Sau khi xác định áp lực đất lên tường chắn theo các công thức trên và theo sức bền vật liệu xác định moment uốn tối đa avf moment chống uốn có thể chọn được tiết diện của các bộ phận tường chắn : ván tường, cọc, khoảng cách giữa các cọc và văng chống ngang.

• Tính khoảng cách giữa các cọc trường hợp dùng những tấm ván dài 3m để gia cố, chúng được coi như tấm liên tục với môment uốn cực đại xác định theo công thức :

$$M_{\max} = ql^2 / 12$$

• Nếu ván dài dưới 3m coi như dầm trên 2 gối tựa với : $M = ql^2 / 8$

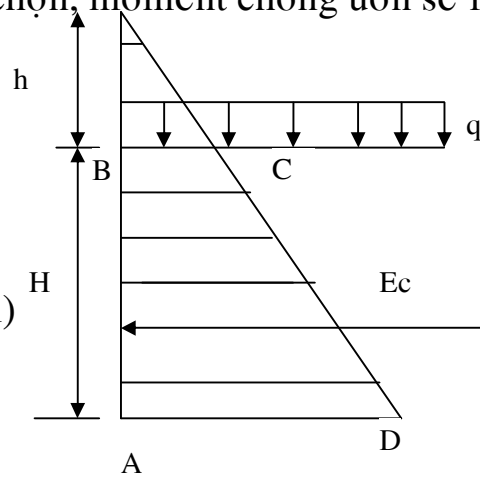
- Đối với những tấm ván đã chọn, môment chống uốn sẽ là :

$$W = bh^2/6$$

Trong đó :

b – chiều rộng tấm ván (cm)

h – chiều dày tấm ván (cm)



Theo điều kiện sức bền ta có:

$$W = M/[\sigma]$$

Tức là:
$$\frac{bh^2}{6} = \frac{ql^2}{12[\sigma]} \quad (10)$$

- Khoảng cách giữa các cọc:

$$l = \sqrt{\frac{2[\sigma].b.h^2}{q}}$$

Trong đó:

q – tải trọng phân bố theo chiều dài cho 1cm ván khi chiều rộng của nó là b

$$q = \sigma_{cd}.b \text{ (kG/cm)}$$

$\sigma_{g\ddot{o}}$ – ứng suất đối với gỗ phải nhân với hệ số hiệu chỉnh là 0,75

$$\rightarrow \sigma_{g\ddot{o}} = 0,75 \times 120 = 90 \text{ kG/cm}^2$$

→ Khoảng cách giữa các cọc là:

$$l = \sqrt{\frac{180h^2}{\sigma_{go}}}$$

i. Tính ván tường: cũng từ công thức (10) ta có thể dễ dàng xác định chiều dày cần thiết của ván tường khi biết trước chiều rộng cửa tẩm là b.

ii. Tính cọc: tùy theo cách chống đỡ cọc mà sự làm việc chịu lực của nó sẽ khác nhau. Trên cơ sở phân tích sự làm việc đó, tiến hành xác định trị số môment tác dụng vào cọc tương ứng

Xét vài trường hợp cụ thể:

• Nếu chân cọc được đóng sâu xuống đất, đầu cọc có thể tự do không có văng chống ngang hoặc neo, khi đó có thể coi cọc làm việc như 1 dầm console một đầu ngàm. Moment tối đa làm uốn cọc tại chân ngàm trong đất là:

$$M_{\max} = PH/3 \quad (\text{kG/cm})$$

$$P = Q.L \quad (\text{kG})$$

Trong đó:

Q – áp lực đất chủ động toàn phần trên một mét ngay tường.

H – chiều cao cọc kể từ mặt đáy hố (cm)

$$Q = \frac{1}{2} \gamma H^2 \text{tg}^2 (45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \quad (\text{kG/cm})$$

Môment chống uốn của cọc:

$$W = \frac{M_{\max}}{R_u} \quad (\text{cm}^3)$$

R_u - cường độ chống uốn của gỗ (xác định theo quy phạm)

Nếu lấy cọc tiết diện tròn, ta có:

Tính được W của cọc → từ W cọc suy ra đường kính cọc:

$$W = \frac{\pi d^3}{32}$$

Do đó đường kính của cọc là:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W}{\pi}}$$

Đường kính cọc xác định theo tính toán nếu một lý do nào đó không thích hợp có thể thay đổi khoảng cách giữa các cọc và tính lại.

- Nếu cọc được chống giữ bởi các thanh chống ngang (hình 2) có thể coi cọc làm việc như dầm liên tục.
- Nếu chỉ có văng chống ở dưới chân và trên đầu cọc có thể coi cọc làm việc như dầm tỳ lên hai gối tựa.

Cách xác định đường kính cọc cũng tương tự như trên

iii. Tính văng chống ngang: những thanh chống ngang đặt giữa các hàng cọc đặt cách nhau một khoảng a , thường lấy $a=1\text{m}$. Văng sẽ chịu tải trọng đất ép vào, xác định như phản lực của gối tựa ở giữa dầm 2 nhịp là:

$$N = \sigma_{cd}.l.a \quad (\text{kG})$$

Trong đó:

l – khoảng cách giữa các cọc (cm)

a – khoảng cách giữa các thanh chống ngang (cm)

Tiết diện văng chống ngang sẽ xác định theo công thức:

- Điều kiện bền:

$$N/F_t \leq R_n$$

- Theo điều kiện ổn định

$$N / F_{tt}.f \leq R_n$$

Trong đó:

F_t – diện tích làm việc tính của tiết diện ngang (cm^2)

F_{tt} – diện tích tính toán của tiết diện ngang (cm^2)

f - hệ số uốn dọc (nên dùng φ)

R_n – cường độ chịu nén tính toán của gỗ dọc thớ (kG/cm^2)

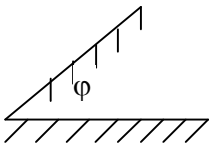
Trường hợp khi những thanh văng chống ngang gây trở ngại cho các công việc khác như đặt đường ống, đổ bê tông móng, ... có thể thay các văng chống ngang bằng cách giằng đầu cọc với neo trên bờ.

b) Khi đào hố, hào có mái dốc:

Khi đào hố hào có mái dốc trong đất có độ ẩm tự nhiên không có nước ngầm, chiều sâu không quá 5m, góc mái dốc thành hố, hào có thể lấy theo bảng 1.

Khi đào sâu hơn 5m góc mái dốc hố đào có thể xác định theo tính toán

Bảng 1

Loại đất 	Trạng thái đất					
	Ít ẩm		Ẩm		Ướt	
	Góc giữa mái dốc và đường nằm ngang (độ)	Tỷ số giữa chiều cao của mái dốc và hình chiếu trên mặt phẳng ngang	Góc giữa mái dốc và đường nằm ngang (độ)	Tỷ số giữa chiều cao của mái dốc và hình chiếu trên mặt phẳng ngang	Góc giữa mái dốc và đường nằm ngang	Tỷ số giữa chiều cao của mái dốc và hình chiếu trên mặt phẳng ngang
Sỏi, đá dăm	40°	1:1,20	40°	1:1,20	35°	1:1,40
Cát hạt to	30°	1:1,75	32°	1:1,60	25°	1:2,15
Cát hạt trung bình	28°	1:1,90	35°	1:1,45	25°	1:2,19
Cát hạt nhỏ	25°	1:1,25	30°	1:1,75	20°	1:2,70
Sét pha	50°	1:0,80	40°	1:1,20	30°	1:1,70
Đất hữu cơ	40°	1:1,20	35°	1:1,45	25°	1:2,15
Đất mục không có rễ cây	40°	1:1,20	25°	1:1,15	15°	1:3,75

• Tính góc mái dốc ở những hố đào, hào sâu, ở mỏ khai thác đá có thể tiến hành theo phương pháp của Giáo sư N.N.Matxlốp.

Phương pháp này dựa trên 2 giả thiết:

1 – Góc mái dốc ổn định đối với bất kỳ loại đất nào là góc chống trượt của nó (ψ_t)

Ứng suất cực hạn ở trong chiều dày lớp đất được xác định bằng đẳng thức ứng suất chính do trọng lượng của cột đất có chiều cao bằng khoảng cách bề mặt nằm ngang ở trên đến mốc đang xét. Hệ số chống trượt F_t thể hiện bằng đẳng thức:

$$F_t = \operatorname{tg} \varphi + \frac{C}{P_{tn}}$$

Trong đó: φ - góc ma sát trong

C – lực dính (T/m^2)

P_{tn} – hoạt tải tự nhiên (áp lực thẳng đứng) ở chiều sâu H

$$P_{tn} = \gamma H \quad (T/m^2)$$

γ - dung trọng của đất (T/m^3)

H – chiều sâu lớp đất (m)

Đại lượng F_t xác định tang của góc chống trượt của đất khi hệ số an toàn ổn định $n=1$ là $\operatorname{tg} \psi_t = F_t$.

Nếu lập mái dốc α xuất phát từ đẳng thức $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \psi_t / n$, ta có mái dốc với hệ số ổn định n .

Ví dụ: Mỏ có chất đồng nhất, cần xác định góc mái dốc khi chiều sâu $H=30m$; $\gamma = 30^0$; lực dính $c = 12 T/ m^2$ và hệ số an toàn ổn định của mái dốc $n = 1,2$.

Giải:

Xuất phát từ tính năng máy đào CE – 3 ; chia mái dốc ra làm 3 đợt bằng nhau có chiều cao là 10 m.

Tính trị số tải trọng tự nhiên ở độ sâu H là 30m tại đợt dưới cùng :

$$P_3 = \gamma H_3 = 2 \times 30 = 60 \text{T/m}^3$$

Xác định hệ số chống trượt :

$$F_{t3} = \text{tg}\varphi + \frac{C}{P_3} = \text{tg}30^\circ + \frac{12}{60} = 0,78 = \text{tg}\psi_t$$

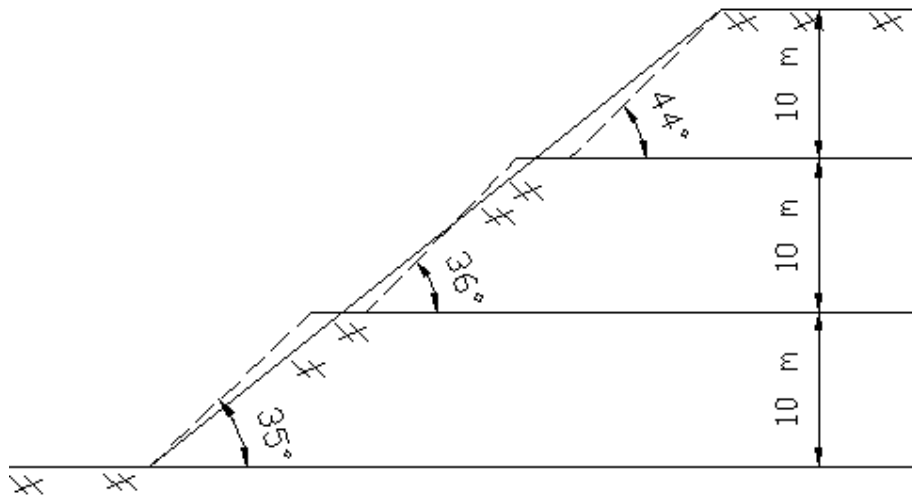
Xác định trị số góc mái dốc ổn định:

$$\text{tg}\alpha_3 = \frac{\text{tg}\psi_t}{n} = \frac{0,78}{1,2} = 0,65; \Rightarrow \alpha_3 = 33^\circ$$

Lặp lại cách tính tương tự đối với đợt thứ 2 với H = 20m và đợt thứ nhất với H = 30m ta sẽ có $\alpha_2 = 36^\circ$ và $\alpha_1 = 44^\circ$.

Hệ số an toàn ổn định lựa chọn xuất phát từ thời hạn tồn tại của mỏ. Nếu thời hạn trên 10 năm thì lấy $n = 1,5 - 1,8$, khi đó sự ổn định của mái dốc sẽ được bảo đảm ngay cả khi chịu tác động của mưa lũ.

Khi khai thác đá và đào hố sâu, điều nguy hiểm đặc biệt đối với công nhân là trượt và sạt lở mái dốc và các ụ đất, đá treo. Ở các mỏ khai thác có chiều sâu lớn khoảng 20 – 30m và sâu hơn, hiện tượng trượt dốc có thể làm lấp hố ở dưới cùng với máy móc và người làm việc. Hiện tượng trượt thường xảy ra nhiều vào mùa mưa lũ.



Hình 3: Hình dáng mái dốc thành mở khi chất đất đồng nhất.

Để phòng ngừa trượt và sụt lở đất khi đào có thể thực hiện các biện pháp sau:

- Gia cố mái dốc bằng cọc bố trí theo hình bàn cờ.
- Làm tường chắn bằng loại đá rắn và cửa bảo đảm độ bền chịu lực.
- Chủ động phá những ụ đất treo bằng công cụ cơ giới hoặc nổ mìn khi đã đưa người và máy móc đến nơi an toàn.
- Làm giảm góc mái dốc hoặc chia góc mái dốc ra làm nhiều gặt cấp, làn bờ thêm trung gian và tải đất thừa ra khỏi mái dốc.
- Máy móc và phương tiện vận chuyển khi qua lại gần hố đào có thể gây ra chấn động làm sụt lở thành hố. Do đó đường vận chuyển phải bố trí ngoài phạm vi sụt lở khối đất lăng trụ.

Ví dụ: để đặt đường cần trục gần hố đào phải biết khoảng cách từ đầu đường ray đến mép của mái dốc.

Khoảng cách đó gồm khoảng cách từ đầu đường ray đến mép khối đất lăng trụ a (thường $a=1m$) và chiều rộng của khối đất lăng trụ sụp đổ b ; b có thể xác định theo công thức:

$$b = \frac{H \sin(\alpha - \varphi)}{\sin \alpha \sin \gamma} \quad [\text{m}]$$

Trong đó: α – góc thực tế của mái dốc.

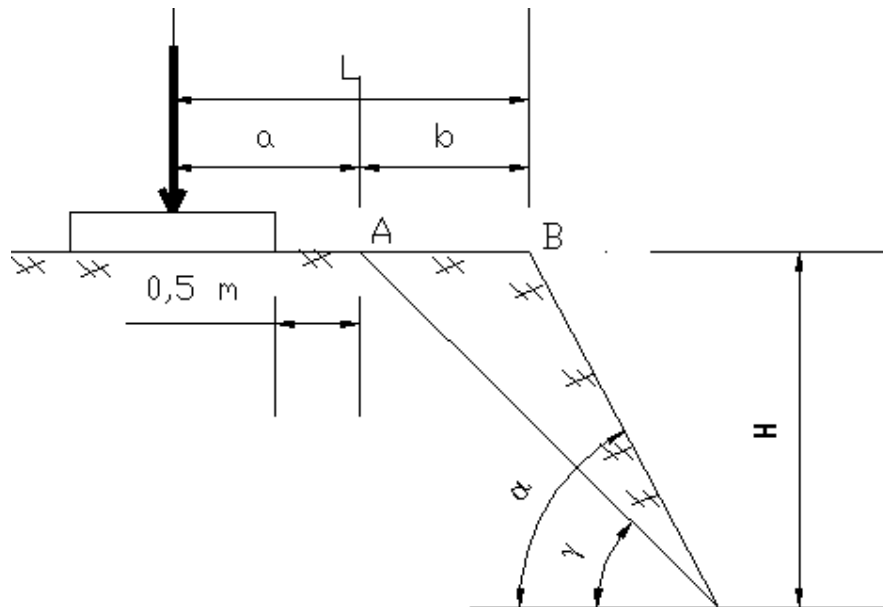
φ - góc mái dốc tự nhiên của đất.

Đối với đường ô tô lấy đại lượng a lấy không nhỏ hơn nửa chiều rộng lòng đường cộng thêm 0,5m. Như vậy mới đảm bảo an toàn giao thông dọc theo hố, hào.

c) Khi hố hào có thành giạt cấp:

Đối với những hố hào rộng, chiều sâu lớn (thường gặp trong thi công thủy lợi hay khai thác) khi thi công người ta thường tiến hành theo giạt cấp. Chiều cao mỗi đợt giạt cấp đứng không được cao quá chiều cao cho phép theo quy định an toàn (xem mục a), khi giạt cấp để theo mái dốc, góc mái dốc phải tuân theo điều kiện đảm bảo ổn định (mục b). giữa các đợt giạt cấp có chừa lại rìa (thềm).

Căn cứ vào chiều rộng cần thiết khi thi công người ta phân ra bờ để làm việc, bờ để vận chuyển đất và bờ để bảo vệ.



Hình 4: Để tính khoảng cách từ mép mái dốc đến đỉnh đường ray.

Bờ làm việc và bờ để vận chuyển đất được xuất phát từ điều kiện kỹ thuậtđạof, cần có nền ổn định và chiều rộng đủ để hoàn thành các thao tác làm việc một cách bình thường. Chiều rộng bờ để vận chuyển sẽ lấy như sau: khi vận chuyển thủ công (xe cút kít, đường sắt một ray) rộng 3 – 3,5m; khi vận chuyển đất bằng xe súc vật kéo rộng 5; khi vận chuyển đất bằng cơ giới rộng 7m.

Trên mỗi giạt cấp phải để lại bờ bảo vệ, khi tuân thủ theo mái dốc tự nhiên của dốc, chiều rộng bờ xác định như sau:

$$\alpha \geq 0,1H$$

α - chiều rộng bờ bảo vệ.

H - chiều cao giạt cấp.

Theo kinh nghiệm thực tế ở các mỏ đá sâu, cứ 20 – 30m lại chừa bờ có chiều rộng 6m.