

# NGHIÊN CỨU HOÀN THIỆN PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CHIỀU SÂU LỖ MÌN KHI THI CÔNG ĐƯỜNG HẦM

GS.TS. VÕ TRỌNG HÙNG  
Trưởng Đại học Mỏ-Địa chất

Chiều sâu lỗ mìn là một thông số kỹ thuật, công nghệ quan trọng ảnh hưởng lớn tới các công việc của một chu kỳ đào-chống giữ đường hầm. Chiều sâu lỗ mìn hợp lý làm gia tăng tốc độ đào-chống giữ, tăng năng suất lao động và giảm giá thành xây dựng đường hầm,... Chiều sâu lỗ mìn "l" phụ thuộc vào tổ hợp nhiều yếu tố kỹ thuật-công nghệ-tổ chức thi công khác nhau [1], [2].

## 1. Một số phương pháp xác định chiều sâu lỗ mìn

Trên thực tế, chiều sâu lỗ mìn có thể lựa chọn theo một số phương pháp sau đây:

- ❖ Phương pháp xác định theo yêu cầu tốc độ tiến gương;
- ❖ Phương pháp xác định theo kinh nghiệm thi công thực tế;
- ❖ Phương pháp xác định theo các công thức thực nghiệm.

Nếu tốc độ đào lò trong một tháng " $V_{th}$ " (m/tháng) được định trước thì chiều sâu lỗ mìn "l" có thể xác định theo công thức sau [1], [2]:

$$l = \frac{V_{th} \cdot T_{ck}}{T \cdot (25 \div 30) \cdot \eta}; m. \quad (1)$$

Trong đó:  $T_{ck}$  - Thời gian một chu kỳ đào-chống giữ đường hầm, giờ; T - Thời gian làm việc của các đội thợ thi công trong một ngày đêm, giờ; (25÷30) - Số ngày làm việc trong một tháng, ngày;  $\eta$  - Hệ số sử dụng lỗ mìn.

Hiện nay có nhiều phương pháp xác định chiều sâu lỗ mìn bằng các công thức thực nghiệm khác nhau. Phương pháp này xây dựng trên cơ sở các yếu tố sau: sơ đồ tổ chức chu kỳ công tác đã được chọn trước; các tính chất, năng lực, chủng loại của các trang-thiết bị thi công sẵn có; các điều kiện mỏ, địa chất, địa cơ học cụ thể của khu vực xây dựng công trình ngầm; khả năng bảo đảm kỹ thuật (cung cấp năng lượng, điện, khí nén, thông gió, vận tải,...) ở mức độ cần thiết cho quá trình thi công; không xét đến những sự cố xảy ra trong quá trình thi công công trình ngầm. Các yếu tố cấu thành

này không thay đổi trong những điều kiện thi công nhất định khi xác định công thức thực nghiệm. Vì vậy, khả năng sử dụng của các công thức thực nghiệm rất hạn chế trên thực tế. Về bản chất chúng là những lời giải riêng cho những bài toán cụ thể.

Trong các công thức thực nghiệm, công thức do Pokrovski N.M. đề xuất được sử dụng rộng rãi nhất. Từ thực tế thi công đường hầm, Pokrovski N.M. nhận thấy, chiều sâu lỗ mìn hợp lý "l" phải xác định theo thời gian " $T_{ck}$ " của một chu kỳ đào-chống đường hầm. Nghĩa là [1], [2]:

$$l = f(T_{ck}) = f(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6). \quad (2)$$

Tại đây: f - Hàm số xác định mối quan hệ giữa các thông số ảnh hưởng đến chiều sâu lỗ mìn;  $T_{ck}$  - Thời gian của một chu kỳ thi công đường hầm;  $t_1$  - Thời gian cho các công tác phụ trợ khác nhau;  $t_2$  - Thời gian cho công tác khoan lỗ mìn;  $t_3$  - Thời gian cho công tác nạp lỗ mìn;  $t_4$  - Thời gian nổ mìn, thông gió;  $t_5$  - Thời gian đưa gương vào trạng thái an toàn;  $t_6$  - Thời gian xúc bốc đất đá;  $t_5$  - Thời gian chống giữ đường hầm.

Ngoài ra, Pokrovski N.M. và một số tác giả còn đưa thêm vào hệ số xác định phần công tác cụ thể được thực hiện song song với các công tác khác trong chu kỳ.

Trên thực tế, Pokrovski N.M. và nhiều tác giả khác cho đến nay chỉ mới xét tới công tác chống tạm (hoặc chống cố định) bằng một số hạn chế các loại khung chống thể hiện qua đại lượng thời gian " $t_5$ " khi tính chiều sâu lỗ mìn. Nhiều chủng loại kết cấu chống giữ, tổ hợp kết cấu chống giữ vẫn chưa được xem xét khi tính chiều sâu lỗ mìn. [1], [2].

Rõ ràng, biểu thức (1) chỉ cho người thiết kế giá trị pháp lệnh đối với từng công trình cụ thể theo thời gian yêu cầu hoàn thành thi công đường hầm. Sau khi xác định "l" theo (1), người thiết kế phải làm bài toán ngược: tiến hành lựa chọn sơ đồ tổ chức công tác, thời gian chu kỳ công tác, chủng loại, số lượng các trang thiết bị thi công,... nhằm đảm bảo chiều sâu lỗ mìn cần thiết cho mỗi chu kỳ công tác. Đây là vấn đề phức tạp chưa có lời giải trên thực tế.



Việc lựa chọn chiều sâu "l" theo kinh nghiệm mặc dù cho kết quả nhanh chóng, nhưng phương pháp này làm cho công tác quy hoạch, tổ chức thi công trong chu kỳ trở nên phức tạp. Trong nhiều trường hợp, người thiết kế rất khó tạo nên các chu kỳ thi công nhịp nhàng, hoàn chỉnh phù hợp với những điều kiện trang-thiết bị thi công và những đặc tính cấu tạo cụ thể của đường hầm.

Trên thực tế, hai phương pháp chọn chiều sâu lỗ mìn theo yêu cầu tốc độ tiến gương hoặc theo kinh nghiệm chỉ sử dụng khi thực tế bắt buộc, hoặc trong những điều kiện thi công phức tạp, tiến độ gương phải thay đổi theo từng chu kỳ công tác cụ thể trên những đoạn công trình ngầm có cấu tạo đặc trưng (ví dụ thi công các đường lò giao cắt nhau). Hai phương pháp này phải được nghiên cứu hoàn thiện, vì rất nhiều vấn đề vẫn chưa được giải đáp về khả năng hợp lý của chúng trên thực tế:

- ❖ Sau khi xác định xong giá trị "l", làm cách nào người thiết kế có thể đảm bảo được giá trị "l" đã xác định có thể hoàn thành được trên thực tế?

- ❖ Hai phương pháp này mới chỉ chọn ra giá trị chiều sâu lỗ mìn "l" thiếu rất nhiều chứng cứ luận giải;

- ❖ Làm cách nào người thiết kế có thể giải bài toán ngược "phải tìm ra các điều kiện tổ chức, kỹ thuật, công nghệ,... phù hợp để có thể đạt được giá trị "l" cần thiết trên thực tế". Đây là bài toán rất phức tạp vì chiều sâu lỗ mìn phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, thay đổi liên tục trên thực tế.

Các công thức thực nghiệm tính chiều sâu lỗ mìn của nhiều tác giả chỉ mới giải quyết cho từng trường hợp riêng lẻ, không mang tính tổng quát nên lĩnh vực sử dụng chúng bị hạn chế bởi những điều kiện áp dụng cụ thể cho từng công thức [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Vì vậy việc nghiên cứu hoàn thiện phương pháp xác định chiều sâu lỗ mìn cho trường hợp tổng quát có ý nghĩa thực tế và lý thuyết rất cao.

## 2. Nghiên cứu hoàn thiện phương pháp xác định chiều sâu lỗ mìn

Về nguyên tắc, công tác thi công các đường hầm phải tiến hành theo những chu kỳ thi công chuẩn xác, nghiêm ngặt. Thời gian của một chu kỳ thi công đường hầm "T<sub>ck</sub>" được lựa chọn sơ bộ theo kinh nghiệm tùy thuộc vào quy mô cấu tạo đường hầm, các kích thước mặt cắt ngang của đường hầm theo điều kiện sau:

$$T_{ck} = (n_{ca} \cdot T_{ca}) \leq 24 \text{ giờ.} \quad (3)$$

Tại đây: n<sub>ca</sub> - Số lượng ca công tác trong chu kỳ thi công; T<sub>ca</sub> - Thời gian của một ca công tác, giờ; T<sub>ca</sub>=6; 7; 8 giờ.

Tổng thời gian của một chu kỳ thi công đường hầm "T<sub>ck</sub>" phải được hình thành từ tổng các khoảng

thời gian của các công việc thứ "i" "T<sub>i.k<sub>i</sub></sub>" thực hiện nối tiếp nhau trong chu kỳ thi công:

$$T_{ck} = \sum_{i=1}^{i=n} (T_i \cdot k_i). \quad (4)$$

Tại đây: T<sub>i</sub> - Thời gian cần thiết để hoàn thành công việc thứ "i", giờ; k<sub>i</sub> - Hệ số thể hiện mức độ độc lập thực hiện phần công việc thứ "i"; n - Toàn bộ số lượng công việc phải hoàn thành trong khoảng thời gian của một chu kỳ thi công "T<sub>ck</sub>".

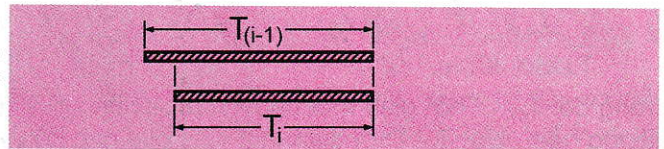
Giá trị của hệ số "k<sub>i</sub>" không lớn hơn 1,0: 0 ≤ k<sub>i</sub> ≤ 1,0. Hệ số "k<sub>i</sub>" xác định giá trị thời lượng "(T<sub>i.k<sub>i</sub></sub>)" trong toàn bộ thời gian "T<sub>i</sub>" cần thiết để hoàn thành công việc thứ "i" phải thực hiện hoàn toàn độc lập (thực hiện nối tiếp) so với các công việc khác trong chu kỳ thi công đường hầm (H.1):

- ❖ Khi k<sub>i</sub>=0: toàn bộ thời gian "T<sub>i</sub>" cần thiết để hoàn thành công việc thứ "i" sẽ được thực hiện hoàn toàn song song với các công việc khác trong chu kỳ công tác (H.1.a);

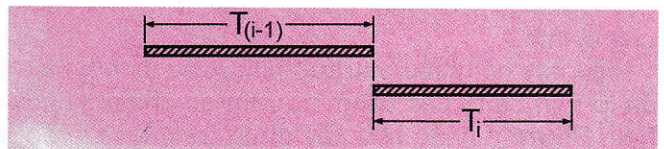
- ❖ Khi k<sub>i</sub>=1,0: toàn bộ thời gian "T<sub>i</sub>" cần thiết để hoàn thành công việc thứ "i" sẽ được thực hiện hoàn toàn nối tiếp với các công việc khác trong chu kỳ công tác (H.1.b);

- ❖ Khi 0,0 < k<sub>i</sub> < 1,0: phần thời lượng "(T<sub>i.k<sub>i</sub></sub>)" của công việc thứ "i" trong toàn bộ thời gian "T<sub>i</sub>" cần thiết để hoàn thành công việc thứ "i" sẽ được thực hiện nối tiếp với các công việc khác trong chu kỳ thi công. Phần còn lại của thời lượng hoàn thành công việc thứ "i" "[T<sub>i.(1-k<sub>i</sub>)]" sẽ được thực hiện song song với các công việc khác trong chu kỳ thi công đường hầm (H.1.c).</sub>

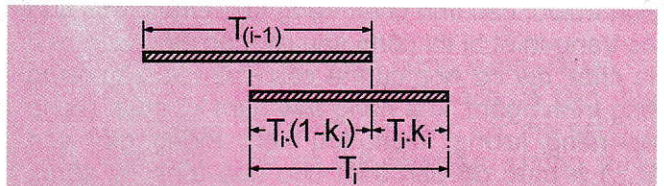
a) Trường hợp k<sub>i</sub>=0



b) Trường hợp k<sub>i</sub>=1,0



c) Trường hợp 0,0 < k<sub>i</sub> < 1,0



H.1. Mối quan hệ giữa hai công việc liên kế nhau thực hiện trong chu kỳ thi công đường hầm



Toàn bộ thời gian "T<sub>i</sub>" cần thiết để hoàn thành công việc thứ "i" sẽ được hình thành từ hai thành phần thời gian:

❖ Phần thời gian cho các công tác chuẩn bị cho công tác thứ "i": "T<sub>cb.i</sub>";

❖ Phần thời gian cho việc thực hiện công tác thứ "i": "T<sub>ct.i</sub>".

Như vậy:

$$T_i = (T_{cb.i} + T_{ct.i}), \text{ giờ.} \quad (5)$$

Từ đây:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{i=n} (T_i) &= \sum_{i=1}^{i=n} (T_{cb.i} + T_{ct.i}) = \\ &= \sum_{i=1}^{i=n} (T_{cb.i}) + \sum_{i=1}^{i=n} (T_{ct.i}). \end{aligned} \quad (6)$$

Tùy thuộc vào mối quan hệ với chiều sâu lỗ mìn "l", toàn bộ các công việc trong chu kỳ thi công được phân chia thành hai nhóm sau:

❖ Nhóm "m" các công việc thứ "i" "T<sub>0.i</sub>" (i=1÷m) không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l";

❖ Nhóm "p" các công việc thứ "i" "T<sub>l.i</sub>" (i=1÷p) phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l". Trong đó: n=(m+p).

Các công việc thứ "i" "T<sub>0.i</sub>" (i=1÷m) trong nhóm "m" công việc không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l" sẽ được tính như sau:

$$T_{0,i} = (T_{0.cb,i} + T_{0.ct,i}), \text{ giờ.} \quad (7)$$

Từ đây:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{i=m} (T_{0,i}) &= \sum_{i=1}^{i=m} (T_{0.cb,i} + T_{0.ct,i}) = \\ &= \sum_{i=1}^{i=m} (T_{0.cb,i}) + \sum_{i=1}^{i=m} (T_{0.ct,i}). \end{aligned} \quad (8)$$

Tại đây: T<sub>0.cb.i</sub> - Thời gian hoàn thành các công tác chuẩn bị của công việc thứ "i" không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l", giờ; T<sub>0.ct.i</sub> - Thời gian hoàn thành công việc thứ "i" không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l", giờ; i=1÷m.

Các công việc thứ "i" "T<sub>l.i</sub>" (i=1÷p) trong nhóm "p"

$$T_{ck} = \sum_{i=1}^{i=n} (T_i \cdot k_i) = k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=m} (T_{0.cb,i}) + k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=m} (T_{0.ct,i}) + k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=p} (T_{l.cb,i}) + k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=p} \left[ \frac{V_{l.ct,i}(l)}{P_{l.ct,i}} \right]. \quad (13)$$

Từ đây, giá trị chiều sâu lỗ mìn "l" có thể xác định từ lời giải của phương trình:

$$f(l) = \left\{ T_{ck} - k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=m} (T_{0.cb,i}) - k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=m} (T_{0.ct,i}) - k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=p} (T_{l.cb,i}) - k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=p} \left[ \frac{V_{l.ct,i}(l)}{P_{l.ct,i}} \right] \right\} = 0. \quad (14)$$

### 3. Nghiên cứu đề xuất phương pháp xác định chiều sâu lỗ mìn mang tính tổng quát để thi công công trình ngầm

công việc phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l" sẽ được tính như sau:

$$T_{0,i} = (T_{l.cb,i} + T_{l.ct,i}), \text{ giờ.} \quad (9)$$

Từ đây:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{i=p} (T_{l,i}) &= \sum_{i=1}^{i=p} (T_{l.cb,i} + T_{l.ct,i}) = \\ &= \sum_{i=1}^{i=p} (T_{l.cb,i}) + \sum_{i=1}^{i=p} (T_{l.ct,i}). \end{aligned} \quad (10)$$

Tại đây: T<sub>l.cb.i</sub> - Thời gian hoàn thành các công tác chuẩn bị của công việc thứ "i" phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l", giờ; T<sub>l.ct.i</sub> - Thời gian hoàn thành công việc thứ "i" phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l", giờ; i=1÷p.

Thành phần "T<sub>l.cb,i</sub>" trong công thức (9) về cơ bản không phụ thuộc hoặc phụ thuộc không đáng kể vào chiều sâu lỗ mìn. Vì vậy, trên thực tế có thể xếp chúng vào nhóm các công tác không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn.

Giá trị khoảng thời gian thực hiện công việc thứ "i" "T<sub>l.ct,i</sub>" (i=1÷p) phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l" có thể xác định theo mối quan hệ như sau:

$$T_{l.ct,i} = \left[ \frac{V_{l.ct,i}(l)}{P_{l.ct,i}} \right]. \quad (11)$$

Từ đây:

$$\sum_{i=1}^{i=p} (T_{l.ct,i}) = \sum_{i=1}^{i=p} \left[ \frac{V_{l.ct,i}(l)}{P_{l.ct,i}} \right]. \quad (12)$$

Tại đây: T<sub>l.ct,i</sub> - Thời gian cần thiết để hoàn thành công việc thứ "i" trong nhóm "p" các công việc phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l", giờ; V<sub>l.ct,i</sub>(l) - Hàm số xác định khối lượng của công việc thứ "i" phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l"; P<sub>l.ct,i</sub> - Khối lượng của công việc thứ "i" phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn có thể hoàn thành trong một đơn vị thời gian.

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu trên, từ các công thức (4), (6), (8), (10), (12) có thể rút ra mối quan hệ sau đây:

Từ những kết quả nghiên cứu trên đây, chúng tôi đề xuất phương pháp xác định chiều sâu lỗ mìn với nội dung các bước như sau:



❖ Bước 1 - Lựa chọn thời gian của một ca công tác  $T_{ca}$ , số lượng ca công tác  $n_{ca}$ , thời gian của một chu kỳ thi công đường hầm  $T_{ck}$  thỏa mãn điều kiện (3);

❖ Bước 2 - Lựa chọn tổng số lượng "n" công việc ( $n=m+p$ ), tính chất của từng công việc thứ "i" cần phải hoàn thành trong một chu kỳ thi công đường hầm;

❖ Bước 3 - Xác định trình tự cần phải thực hiện các công việc thứ "i" trong toàn bộ "n" công việc phải thực hiện một chu kỳ thi công đường hầm;

❖ Bước 4 - Xác định các công việc thứ "i" trong nhóm "m" các công việc không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l";

❖ Bước 5 - Xác định các khoảng thời gian  $T_{0.cb.i}$  để hoàn thành các công tác chuẩn bị của các công việc thứ "i" không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l", giờ; xác định các khoảng thời gian  $T_{0.ct.i}$  để hoàn thành công việc thứ "i" không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l";

❖ Bước 6 - Xác định các công việc thứ "i" trong nhóm "p" các công việc phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l";

❖ Bước 7 - Xác định các khoảng thời gian  $T_{l.cb.i}$  để hoàn thành các công tác chuẩn bị của các công việc thứ "i" phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l", giờ;

❖ Bước 8 - Xác định "p" hàm số  $f_{l.ct.i}(l)$  thể hiện mối quan hệ giữa các thông số, biến số, hệ số,... khác nhau trong mối liên quan đến các đại lượng  $T_{l.ct.i}$ ,  $V_{l.ct.i}$  và "l" cho các công việc thứ "i" trong nhóm "p" các công việc phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l";

❖ Bước 9 - Xác định các khối lượng  $V_{l.ct.i}$  của các công việc thứ "i" trong nhóm "p" các công việc phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l";

❖ Bước 10 - Xác định nguyên tắc tổ chức thực hiện các công việc thứ "i" trong một chu kỳ thi công đường hầm thông qua hệ số  $k_1$ ;

❖ Bước 11 - Xác định các hệ số  $k_i$  thể hiện mức độ độc lập thực hiện cho từng công việc thứ "i" trong chu kỳ công tác:  $k_i=1$  cho những công việc thứ "i" thực hiện hoàn toàn nối tiếp, độc lập với các công tác khác;  $k_i=0$  cho những công việc thứ "i" thực hiện hoàn toàn song với các công tác khác;  $0 < k_i < 1$  cho những công việc thứ "i" thực hiện một phần  $k_i$  nối tiếp, độc lập với các công tác khác;

❖ Bước 12 - Xác định chiều sâu lỗ mìn "l" từ phương trình (14).

#### 4. Kết luận

Để sử dụng hiệu quả công thức xác định chiều sâu lỗ mìn trên đây, trong giai đoạn sắp tới cần tiến

hành nghiên cứu giải bài toán ngược nhằm tăng khả năng sử dụng của chúng trên thực tế. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Pokrovski N.M. Công nghệ xây dựng công trình ngầm và mỏ. NXB "Nhedra". M. 1977.

2. Nguyễn Văn Đước, Võ Trọng Hùng. Công nghệ xây dựng công trình ngầm. Tập 1. Thi công lò bằng, lò nghiêng và hầm trạm. NXB "Giao thông vận tải". Hà Nội. 1997. 291 tr.

3. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu xác định chiều sâu lỗ mìn khi sử dụng công nghệ phun bê tông-lưới thép và vì neo. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 6. 2003. Tr. 6÷8.

4. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu xác định chiều sâu lỗ mìn hợp lý khi sử dụng các loại kết cấu chống giữ dạng khung với bước chống không thay đổi. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 5-2006. Trang 29÷31.

5. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu xác định chiều sâu lỗ mìn hợp lý khi sử dụng kết cấu chống giữ vì neo với khoảng cách giữa các vòng neo không đổi. Tuyển tập các công trình khoa học Hội nghị Cơ học đá toàn quốc năm 2006. Tr.125÷128.

6. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu xác định chiều sâu lỗ mìn hợp lý trong công nghệ thi công giếng đứng có sử dụng các vòng chống tạm thời. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 3. Năm 2011. Tr.1÷5.

7. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu xác định chiều sâu lỗ mìn hợp lý trong công nghệ thi công giếng đứng sử dụng tổ hợp vì neo-lưới thép-bê tông phun. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 4. Năm 2011. Tr.1÷5.

**Người biên tập: Hồ Sĩ Giao**

**Từ khóa:** chiều sâu lỗ mìn; chu kỳ thi công; nối tiếp; song song

**Ngày nhận bài:** 15 tháng 10 năm 2015

**Ngày duyệt đăng bài:** 05 tháng 7 năm 2016

#### SUMMARY

The blasting hole depth is an important technological factor influencing on the works of a driving, supporting cycle for tunnels.

On the basis of theoretical studies, practice, author of the article proposed integrated method estimating the blasting hole depth in the tunnel construction.