

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CÁC CÔNG THỨC XÁC ĐỊNH CHIỀU SÂU LỖ MÌN KHI THI CÔNG ĐƯỜNG HẦM

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

Chiều sâu lỗ mòn là một thông số kỹ thuật phức tạp phụ thuộc vào tổ hợp nhiều yếu tố kỹ thuật, công nghệ, tổ chức thi công khác nhau [1], [2].

1. Phương pháp tổng quát lý thuyết xác định chiều sâu lỗ mòn

Để xây dựng phương pháp tổng quát xác định chiều sâu lỗ mòn khi thi công đường hầm nên chấp nhận một số điều kiện ban đầu sau đây [1]:

❖ Thời gian của một chu kỳ thi công đường hầm “ T_{ck} ” được lựa chọn theo điều kiện sau:

$$T_{ck} = (n_{ca} \cdot T_{ca}) \leq 24 \text{ giờ.} \quad (1)$$

Tại đây: n_{ca} - Số lượng ca công tác trong chu kỳ thi công; T_{ca} - Thời gian của một ca công tác, giờ; $T_{ca} = 6; 7; 8$ giờ;

❖ Tổng thời gian của một chu kỳ thi công đường hầm “ T_{ck} ” phải được hình thành từ tổng các khoảng thời gian của các công việc thứ “ i ” “ $T_{i.k_i}$ ” thực hiện nối tiếp nhau trong chu kỳ thi công [1]:

$$T_{ck} = \sum_{i=1}^{i=n} (T_{i.k_i}). \quad (2)$$

Tại đây: T_i - Thời gian cần thiết để hoàn thành công việc thứ “ i ”, giờ; k_i - Hệ số thể hiện mức độ độc lập thực hiện phân công việc thứ “ i ”; $0 \leq k_i \leq 1,0$; n - Toàn bộ số lượng công việc phải hoàn thành trong khoảng thời gian của một chu kỳ thi công “ T_{ck} ”;

Hệ số “ k_i ” xác định giá trị thời lượng “ $(T_{i.k_i})$ ” trong toàn bộ thời gian “ T_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.

Từ đây, Võ Trọng Hùng đã tìm ra phương trình tổng quát xác định chiều sâu lỗ mòn khi thi công đường hầm [1]:

$$f(l) = \left\{ \begin{array}{l} T_{ck} - k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=m} (T_{0.cb.i}) - k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=m} (T_{0.ct.i}) - \\ \left[k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=p} (T_{l.cb.i}) - k_i \cdot \sum_{i=1}^{i=p} \left[\frac{V_{l.ct.i}(l)}{P_{l.ct.i}} \right] \right] \end{array} \right\} = 0. \quad (3)$$

Tại đây: m - Nhóm “ m ” các công việc thứ “ i ” ($i=1 \div m$) không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mòn “ l ”; p - Nhóm “ p ” các công việc thứ “ i ” ($i=1 \div p$) phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mòn “ l ”; $n=(m+p)$; $T_{0.cb.i}$ - Thời gian hoàn thành các công tác chuẩn bị cho công việc thứ “ i ” không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mòn “ l ”, giờ; $T_{0.ct.i}$ - Thời gian hoàn thành công việc thứ “ i ” không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mòn “ l ”, giờ; $T_{l.cb.i}$ - Thời gian hoàn thành các công tác chuẩn bị cho công việc thứ “ i ” phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mòn “ l ”, giờ; $T_{l.ct.i}$ - Thời gian hoàn thành công việc thứ “ i ” phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mòn “ l ”, giờ; $V_{l.ct.i}(l)$ - Hàm số xác định khối lượng của công việc thứ “ i ” phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mòn “ l ”; $P_{l.ct.i}$ - Khối lượng của công việc thứ “ i ” phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mòn có thể hoàn thành trong một đơn vị thời gian;

$$T_{l.ct.i} = \left[\frac{V_{l.ct.i}(l)}{P_{l.ct.i}} \right]. \quad (4)$$

Phương trình (3), công thức (4) đã đưa ra những định hướng lý thuyết để xác định các khoảng thời gian cần thiết để hoàn thành các công tác trong chu kỳ thi công và chiều sâu lỗ mòn. Tuy nhiên, những kết quả nghiên cứu này chưa trả lời được hai câu hỏi sau:

❖ Làm thế nào xác định các khoảng thời gian cần thiết để hoàn thành các công tác cấu thành một chu kỳ thi công đường hầm?

❖ Công thức xác định chiều sâu lỗ mòn khi thi công đường hầm có dạng cụ thể như thế nào trong những tổ hợp nguyên tắc tổ chức chu kỳ công tác và các chủng loại máy, thiết bị thi công đường hầm cụ thể?

2. Xác định các khoảng thời gian hoàn thành các công việc trong chu kỳ thi công

2.1. Nhóm các công việc không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mòn

Nhóm “ m ” các công việc thứ “ i ” ($i=1 \div m$) không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mòn “ l ” bao gồm các công việc sau đây [1]:

- ❖ Công tác bàn giao ca, tiếp nhận ca tại thời điểm cuối ca, đầu ca mới trong chu kỳ thi công "T_{gca}";
- ❖ Công tác nạp nổ mìn "T_{nm}":

$$T_{nm} = \left(\frac{N \cdot t_{nm}}{k_{nm} \cdot N_{cn}} \right) \quad (5)$$

Tại đây: N - Số lượng lỗ mìn trên gương thi công đường hầm, lỗ mìn; t_{nm} - Thời gian để một công nhân nạp xong một lỗ mìn; giờ×ngườii/(lỗ mìn); k_{nm} - Hệ số ảnh hưởng giữa các công nhân đồng thời tham gia nạp mìn trên gương; k_{nm}≤1,0; N_{cn} - Số lượng các công nhân đồng thời tham gia nạp mìn trên gương, người;

- ❖ Công tác thông gió gương thi công sau khi nổ mìn "T_{tg}"; T_{tg}≥0,5 giờ;

- ❖ Công tác đưa gương vào trạng thái an toàn "T_{at}";

- ❖ Công tác chống giữ tạm thời khu vực lưu không vừa hình thành sát gương thi công sau khi nổ mìn "T_{ctg}".

- ❖ Các công tác phụ trợ (kéo dài đường đường ống, đường cáp, lắp đặt đường xe,...) "T_{phu}".

Trong các thời gian trên, chỉ có "T_{phu}" có thể thực hiện song song, một phần song song hoặc nối tiếp với các công tác khác trong chu kỳ thi công thông qua hệ số "k_{phu}". Các công tác còn lại nên thực hiện nối tiếp theo trình tự logic với các công tác khác trong chu kỳ thi công.

2.2. Nhóm các công tác chuẩn bị cho các công việc phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn

Nhóm "p" các công tác chuẩn bị "T_{l.cb.i}" cho các công việc thứ "i" (i=1÷p) phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l" sẽ thực hiện độc lập, không phụ thuộc hoặc phụ thuộc rất ít vào chiều sâu lỗ mìn bao gồm những công việc chính như sau:

- ❖ Công tác chuẩn bị khoan các lỗ khoan trên gương thi công;

- ❖ Công tác chuẩn bị xúc bốc đất đá;
- ❖ Công tác chuẩn bị chống giữ cố định.

2.3. Thời gian hoàn thành công tác khoan các lỗ khoan

Thời gian hoàn thành công tác khoan các lỗ khoan trên gương thi công bao gồm hai thành phần:

- ❖ Thời gian "T_{l.cb.kh}" cho các công tác chuẩn bị khoan các lỗ khoan không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn: chuẩn bị khu vực gương thi công đường hầm; đánh dấu các lỗ mìn trên gương; chuẩn bị máy, thiết bị khoan các lỗ khoan trên gương đường hầm;...

- ❖ Thời gian "T_{l.ct.kh}" hoàn thành công tác khoan các lỗ khoan.

Từ (4), thời gian "T_{l.ct.kh}" xác định theo công thức:

$$T_{l.ct.kh} = \left[\frac{V_{l.ct.kh}(l)}{P_{l.ct.kh}} \right] \quad (6)$$

Tại đây: V_{l.ct.kh}(l) - Hàm số xác định khối lượng của

công tác khoan lỗ khoan phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l", m; V_{l.ct.kh}(l)=(N.l), m; N - Số lượng lỗ mìn trên gương thi công; l - Chiều sâu trung bình của các lỗ khoan trên gương, m; P_{l.ct.kh} - Khối lượng của công tác khoan lỗ khoan có thể hoàn thành trong một đơn vị thời gian, m/giờ.

Khối lượng của công tác khoan các lỗ khoan hoàn thành trong một đơn vị thời gian xác định cho hai trường hợp như sau:

- ❖ Trường hợp sử dụng một loại máy khoan:

$$P_{l.ct.k} = (k_{kh} \cdot n_{kh} \cdot P_{kh}) \quad (7)$$

Tại đây: k_{kh} - Hệ số ảnh hưởng của các máy khoan hoạt động đồng thời trên gương; k_{kh}≤1,0; n_{kh} - Số lượng máy khoan có thể đồng thời sử dụng trên gương; P_{kh} - Tốc độ khoan thực tế của một máy khoan, m/giờ;

- ❖ Trường hợp sử dụng nhiều loại máy khoan:

$$P_{l.ct.kh} = k_{kh} \cdot \sum_{i=1}^{i=k} (n_{kh.i} \cdot P_{kh.i}) \quad (8)$$

Tại đây: k_{kh} - Hệ số ảnh hưởng của các máy khoan hoạt động đồng thời trên gương; k_{kh}≤1,0; n_{kh.1}, n_{kh.2},..., n_{kh.k} - Số lượng các máy khoan chủng loại thứ 1, 2,..., k có thể đồng thời sử dụng trên gương; P_{kh.1}, P_{kh.2},..., P_{kh.k} - Tốc độ khoan thực tế của một máy khoan cho từng chủng loại máy khoan thứ 1, 2,..., k có thể đồng thời sử dụng trên gương, m/giờ; k - Số lượng chủng loại máy khoan khác nhau có thể đồng thời sử dụng trên gương.

Từ đây, thời gian hoàn thành công tác khoan các lỗ khoan trên gương xác định như sau:

- ❖ Trường hợp sử dụng một loại máy khoan:

$$T_{l.ct.kh} = \left(\frac{N \cdot l}{k_{kh} \cdot n_{kh} \cdot P_{kh}} \right) \quad (9)$$

- ❖ Trường hợp sử dụng nhiều loại máy khoan:

$$T_{l.ct.kh} = \frac{N \cdot l}{k_{kh} \cdot \sum_{i=1}^{i=k} (n_{kh.i} \cdot P_{kh.i})} \quad (10)$$

2.4. Thời gian hoàn thành công tác xúc bốc đất đá

Thời gian hoàn thành công tác xúc bốc đất đá tại gương bao gồm hai thành phần:

- ❖ Thời gian "T_{l.cb.xb}" cho các công tác chuẩn bị xúc bốc đất đá tại gương không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn: chuẩn bị khu vực xúc bốc đất đá tại gương; chuẩn bị máy, thiết bị xúc bốc đất đá tại gương;...

- ❖ Thời gian "T_{l.ct.xb}" hoàn thành công tác xúc bốc đất đá. Từ (4), "T_{l.ct.xb}" xác định theo công thức:

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

Tại đây: V_{l.ct.xb}(l) - Hàm số xác định khối lượng của

công tác xúc bốc đất đá phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l", m³; $V_{l.ct.xb}(l) = (S_{tc} \cdot \mu \cdot l \cdot \eta \cdot k_{nr}) \cdot m^3$; S_{tc} - Diện tích mặt cắt ngang thi công của đường hầm, m²; μ - Hệ số thừa tiết diện (hệ số lẹm, hệ số phá thừa,...); l - Bước tiến gương lý thuyết của đường hầm sau một chu kỳ thi công (chiều sâu lỗ mìn), m; η - Hệ số sử dụng lỗ mìn; k_{nr} - Hệ số nở ròi của đất đá sau khi nổ mìn; $P_{l.ct.xb}$ - Khối lượng của công tác xúc bốc đất đá có thể hoàn thành trong một đơn vị thời gian, m³/giờ.

Khối lượng của công tác xúc bốc đất đá hoàn thành trong một đơn vị thời gian xác định cho hai trường hợp sau:

❖ Trường hợp sử dụng một loại máy xúc bốc:

$$P_{l.ct.xb} = (k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}) \quad (12)$$

Tại đây: k_{xb} - Hệ số ảnh hưởng của các máy xúc bốc hoạt động đồng thời trên gương; $k_{xb} \leq 1,0$; n_{xb} - Số lượng máy xúc bốc có thể đồng thời sử dụng trên gương; P_{xb} - Năng suất xúc bốc thực tế của một máy xúc bốc, m³/giờ;

❖ Trường hợp sử dụng nhiều loại máy xúc bốc:

$$P_{l.ct.xb} = k_{xb} \cdot \sum_{i=1}^{i=x} (n_{xb,i} \cdot P_{xb,i}) \quad (13)$$

Tại đây: k_{xb} - Hệ số ảnh hưởng của các máy xúc bốc hoạt động đồng thời trên gương; $k_{xb} \leq 1,0$; $n_{xb,1}, n_{xb,2}, \dots, n_{xb,x}$ - Số lượng các máy xúc bốc chủng loại thứ 1, 2, ..., x có thể đồng thời sử dụng trên gương; $P_{xb,1}, P_{xb,2}, \dots, P_{xb,x}$ - Năng suất xúc bốc thực tế của một máy xúc bốc cho từng chủng loại máy xúc bốc thứ 1, 2, ..., x có thể đồng thời sử dụng trên gương, m³/giờ; x - Số lượng chủng loại máy xúc bốc khác nhau có thể đồng thời sử dụng trên gương.

Từ đây, thời gian hoàn thành công tác xúc bốc đất đá xác định như sau:

❖ Trường hợp sử dụng một loại máy xúc bốc:

$$T_{l.ct.xb} = \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot l \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}} \right) \quad (14)$$

❖ Trường hợp sử dụng nhiều loại máy xúc bốc:

$$T_{l.ct.xb} = \frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot l \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot \sum_{i=1}^{i=x} (n_{xb,i} \cdot P_{xb,i})} \quad (15)$$

2.5. Thời gian hoàn thành công tác chống giữ

Công tác chống giữ đường hầm được tiến hành với nhiều chủng loại kết cấu, công nghệ khác nhau, đòi hỏi sử dụng nhiều phương pháp riêng biệt, phù hợp để xác định thời gian hoàn thành.

a. Sử dụng kết cấu bê tông liền khối

Thời gian hoàn thành công tác chống giữ đường hầm bằng kết cấu bê tông liền khối bao gồm:

❖ Thời gian "T_{l.ct.bt}" cho các công tác chuẩn bị chống giữ không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn (trừ trường hợp sử dụng cốp-pha lắp ráp thủ công):

chuẩn bị khu vực đổ bê tông; chuẩn bị, dịch chuyển, định vị cốp-pha tại vị trí thi công; chuẩn bị vật liệu bê tông; vận chuyển, chuẩn bị máy bơm bê tông;...;

❖ Thời gian "T_{l.ct.bt}" hoàn thành công tác đổ bê tông cho đốt đổ.

Từ (4), thời gian "T_{l.ct.bt}" xác định theo công thức:

$$T_{l.ct.bt} = \left[\frac{V_{l.ct.bt}(l)}{P_{l.ct.bt}} \right] \quad (16)$$

Tại đây: $V_{l.ct.bt}(l)$ - Hàm số xác định khối lượng của công tác chống giữ phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn "l", m³; $V_{l.ct.bt}(l) = (S_{tc} \cdot \mu \cdot S_{sd}) \cdot l \cdot \eta$, m³; S_{tc} - Diện tích mặt cắt ngang thi công của đường hầm, m²; S_{sd} - Diện tích mặt cắt ngang sử dụng của đường hầm, m²; μ - Hệ số thừa tiết diện (hệ số lẹm, hệ số phá thừa,...); l - Bước tiến gương lý thuyết của đường hầm sau một chu kỳ thi công (chiều sâu lỗ mìn), m; η - Hệ số sử dụng lỗ mìn; $P_{l.ct.bt}$ - Khối lượng của công tác chống giữ bằng bê tông liền khối có thể hoàn thành trong một đơn vị thời gian, m³/giờ.

Khối lượng của công tác chống giữ bằng bê tông liền khối hoàn thành trong một đơn vị thời gian xác định cho hai trường hợp sau:

❖ Trường hợp sử dụng một loại máy bơm bê tông:

$$P_{l.ct.bt} = (k_{bt} \cdot n_{bt} \cdot P_{bt}) \quad (17)$$

Tại đây: k_{bt} - Hệ số ảnh hưởng của các máy bơm bê tông hoạt động đồng thời trên gương; $k_{bt} \leq 1,0$; n_{bt} - Số lượng máy bơm bê tông có thể đồng thời sử dụng trên gương; P_{bt} - Năng suất chống giữ thực tế của một máy bơm bê tông, m³/giờ;

❖ Trường hợp sử dụng nhiều loại máy bơm bê tông:

$$P_{l.ct.bt} = k_{bt} \cdot \sum_{i=1}^{i=b} (n_{bt,i} \cdot P_{bt,i}) \quad (18)$$

Tại đây: k_{bt} - Hệ số ảnh hưởng của các máy bơm bê tông hoạt động đồng thời trên gương; $k_{bt} \leq 1,0$; $n_{bt,1}, n_{bt,2}, \dots, n_{bt,x}$ - Số lượng các máy bơm bê tông chủng loại thứ 1, 2, ..., b có thể đồng thời sử dụng trên gương; $P_{bt,1}, P_{bt,2}, \dots, P_{bt,b}$ - Năng suất xúc bốc thực tế của một máy bơm bê tông cho từng chủng loại máy bơm bê tông thứ 1, 2, ..., b có thể đồng thời sử dụng trên gương, m³/giờ; b - Số lượng chủng loại máy bơm bê tông khác nhau có thể đồng thời sử dụng trên gương.

Từ đây, thời gian hoàn thành công tác chống giữ bằng kết cấu bê tông liền khối trên gương xác định như sau:

❖ Trường hợp sử dụng một loại máy bơm bê tông:

$$T_{l.ct.bt} = \left[\frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot l \cdot \eta}{k_{bt} \cdot n_{bt} \cdot P_{bt}} \right] \quad (19)$$

❖ Trường hợp sử dụng nhiều loại máy bơm bê tông:

$$T_{l.ct.bt} = \frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot l \cdot \eta}{k_{bt} \cdot \sum_{i=1}^{i=b} (n_{bt,i} \cdot P_{bt,i})} \quad (20)$$

b. Sử dụng kết cấu bê tông cốt thép liền khối

Thời gian hoàn thành công tác chống giữ đường hầm bằng bê tông cốt thép liền khối bao gồm:

❖ Thời gian $T_{l.ct.bct}$ cho các công tác chuẩn bị chống giữ không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn (trừ trường hợp sử dụng cốp-pha lắp ráp thủ công): chuẩn bị khu vực đổ bê tông; chuẩn bị cốt thép; chuẩn bị, dịch chuyển, định vị cốp-pha tại vị trí thi công; chuẩn bị vật liệu bê tông; vận chuyển, chuẩn bị máy bơm bê tông;...;

❖ Thời gian $T_{l.ct.ct}$ hoàn thành công tác lắp ráp cốt thép;

❖ Thời gian $T_{l.ct.bt}$ hoàn thành công tác đổ bê tông cho đót đố.

Từ (4), thời gian $T_{l.ct}$ hoàn thành công tác lắp ráp cốt thép xác định như sau:

$$T_{l.ct} = \left[\frac{V_{l.ct.ct}(l)}{P_{l.ct.ct}} \right] \quad (21)$$

Tại đây: $V_{l.ct.ct}(l)$ - Hàm số xác định khối lượng công tác lắp ráp cốt thép, m^2 ; $V_{l.ct.ct}(l) = (P_{ct} \cdot l \cdot \eta)$, m ; P_{ct} - Chu vi kết cấu cốt thép chống giữ đường hầm, m ; l - Bước tiến gương lý thuyết của đường hầm sau một chu kỳ thi công (chiều sâu lỗ mìn), m ; η - Hệ số sử dụng lỗ mìn; $P_{l.ct.ct}$ - Khối lượng của công tác lắp ráp cốt thép trên đơn vị diện tích có thể hoàn thành trong một đơn vị thời gian, $m^2/giờ$.

$$T_{l.ct} = \left[\frac{P_{ct} \cdot l \cdot \eta}{P_{l.ct.ct}} \right] \quad (22)$$

Thời gian $T_{l.ct.bt}$ hoàn thành công tác đổ bê tông cho đót đố xác định tương tự như trên theo các công thức (15)-(19).

c. Sử dụng các loại kết cấu lắp ghép

Thời gian hoàn thành công tác chống giữ bằng các loại kết cấu lắp ghép (khung chống, tubin, khối chống đúc sẵn,...) bao gồm:

❖ Thời gian $T_{l.cb.kc}$ cho các công tác chuẩn bị chống giữ không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn: chuẩn bị khu vực lắp dựng khung chống; vận chuyển kết cấu; chuẩn bị máy, thiết bị lắp dựng kết cấu lắp ghép;...;

❖ Thời gian $T_{l.ct.kc}$ hoàn thành công tác lắp dựng các kết cấu lắp ghép.

Từ (4), thời gian $T_{l.ct.kc}$ xác định theo công thức:

$$T_{l.ct.kc} = \left[\frac{V_{l.ct.kc}(l)}{P_{l.ct.kc}} \right] \quad (23)$$

Tại đây: $V_{l.ct.kc}(l)$ - Hàm số xác định khối lượng của công tác chống giữ phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn l , m ; $V_{l.ct.kc}(l) = [(l \cdot \eta) / k_c]$, m ; l - Bước tiến gương lý thuyết của đường hầm sau một chu kỳ thi công (chiều sâu lỗ mìn), m ; η - Hệ số sử dụng lỗ mìn; k_c - Khoảng cách giữa các khung chống "kc", m/kc ;

$P_{l.ct.kc}$ - Khối lượng khung chống có thể hoàn thành trong một khoảng đơn vị thời gian, $kc/giờ$.

Từ đây, thời gian hoàn thành công tác chống giữ bằng các kết cấu lắp ghép xác định như sau:

$$T_{l.ct.kc} = \left[\frac{l \cdot \eta}{k_c \cdot P_{l.ct.kc}} \right] \quad (24)$$

d. Sử dụng vì neo

Thời gian $T_{l.ct.vn}$ thi công vì neo tính theo công thức [2]:

$$T_{l.ct.vn} = T_{l.ct.n1} + T_{l.ct.n2} = \left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_n \cdot L_n}{a_n \cdot n_{kn.n} \cdot P_{kn.n}} \right) + \left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_n \cdot t_n}{a_n} \right), \text{ giờ} \quad (25)$$

Trong đó: $T_{l.ct.n1}$ - Thời gian khoan các lỗ khoan để lắp đặt vì neo trong một chu kỳ công tác, giờ; $T_{l.ct.n2}$ - Thời gian lắp đặt các vì neo vào các lỗ khoan trong một chu kỳ công tác, giờ; N_n - Số lượng vì neo trong một vòng neo, neo; L_n - Chiều dài một vì neo, m /neo; a_n - Khoảng cách giữa các vòng neo, m ; $n_{kn.n}$ - Số lượng máy khoan để khoan các lỗ khoan lắp dựng vì neo, máy; $P_{kn.n}$ - Tốc độ khoan của các máy khoan lỗ neo, $m/(máyxgiờ)$; t_n - Thời gian lắp dựng một kết cấu vì neo vào trong một lỗ khoan neo, giờ/neo.

e. Sử dụng bê tông phun để chống giữ đường hầm

Thời gian $T_{l.ct.btp}$ thi công bê tông phun để chống giữ đường hầm tính theo công thức [2]:

$$T_{l.ct.btp} = \frac{V_{ph.dl}}{P_{ph.tt}} = \frac{C_{dl.p} \cdot l_{dl.p} \cdot b_{dl.p}}{k_{ph} \cdot P_{ph.lt}} = \frac{C_{dl.p} \cdot l \cdot \eta \cdot a_{dl.p} \cdot b_{dl.p}}{k_{ph} \cdot P_{ph.lt}}, \text{ giờ} \quad (26)$$

Trong đó: $V_{ph.dl}$ - Khối lượng công tác phun bê tông trong một chu kỳ thi công đường hầm, m^3 ; $P_{ph.tt}$ - Năng suất phun bê tông thực tế để tạo nên kết cấu chống giữ bê tông phun theo yêu cầu trong điều kiện cụ thể, $m^3/giờ$; $C_{dl.p}$ - Phần chu vi đường hầm phải tiến hành phun bê tông, m ; $l_{dl.p}$ - Chiều dài đoạn đường hầm phải phun bê tông cho một chu kỳ thi công, m ; $l_{dl.p} = (l \cdot \eta \cdot a_{dl.p})$; $a_{dl.p}$ - Hệ số tỷ lệ giữa chiều dài đoạn đường hầm phải phun bê tông so với giá trị tiến gương sau một chu kỳ thi công, $a_{dl.p} = (l_{dl.p}) / (l \cdot \eta)$; $b_{dl.p}$ - Chiều dày của vỏ chống bê tông phun, m ; $P_{ph.lt}$ - Năng suất phun bê tông lý thuyết của thiết bị phun, $m^3/giờ$; k_{ph} - Hệ số giảm năng suất phun trên thực tế do phải điều chỉnh vòi phun, quỹ đạo phun, thực hiện phun theo từng lớp,...; $k_{ph} < 1,0$.

g. Sử dụng lưới thép

Thời gian $T_{l.ct.lt}$ thi công lưới thép để chống giữ đường hầm có thể tính theo công thức [2]:

$$T_{l.ct.lt} = \frac{V_{ll.dl}}{P_{ll.tt}} = \frac{C_{dl.ll} \cdot l_{dl.ll}}{k_{ll} \cdot P_{ll.lt}} = \frac{C_{dl.ll} \cdot l \cdot \eta \cdot a_{dl.ll}}{k_{ll} \cdot P_{ll.lt}}, \text{ giờ} \quad (27)$$

Trong đó: $V_{ll.dl}$ - Phần diện tích bề mặt tường-vòm đường hầm phải tiến hành lắp ráp lưới thép cho một

chu kỳ thi công, m²; P_{l,tt} - Năng suất thực tế lắp ráp lưới thép, m²/giờ; C_{d,li} - Phần chu vi đường hầm phải lắp ráp lưới thép, m; l_{d,li} - Chiều dài đoạn đường hầm phải lắp ráp lưới thép cho một chu kỳ thi công, m; l_{d,li}=(l.η.a_{d,li}); a_{d,li} - Hệ số tỷ lệ giữa chiều dài đoạn đường hầm phải lắp ráp lưới thép so với giá trị tiến gương sau một chu kỳ thi công, a_{d,li}=(l_{d,li})/(l.η); P_{l,lt} - Năng suất lý thuyết lắp ráp lưới thép, m²/giờ; k_{li} - Hệ số giảm năng suất lắp ráp lưới thép trên thực tế do phải điều chỉnh lưới thép, ghép nối, định vị các tấm lưới thép theo yêu cầu...; k_{li}<1,0.

h. Sử dụng kết cấu “vòng đá gia cường” để chống giữ đường hầm

Thời gian “T_{l,ct,vd}” thi công “vòng đá gia cường” để chống giữ đường hầm tính theo công thức:

$$T_{l,ct,vd} = T_{l,ct,lgc1} + T_{l,ct,lgc2} = \left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_{gc} \cdot L_{gc}}{a_{gc} \cdot n_{kn,gc} \cdot P_{kn,gc}} \right) + \left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_{gc} \cdot t_{gc}}{a_{gc}} \right), \text{ giờ. (28)}$$

Trong đó: T_{l,ct,lgc1} - Thời gian khoan các lỗ khoan bơm nén ép vật liệu gia cường vào vùng khối đá trên biên đường hầm trong một chu kỳ công tác, giờ; T_{l,ct,lgc2} - Thời gian bơm nén ép vật liệu gia cường vào vùng khối đá trên biên đường hầm trong một chu kỳ công tác, giờ; N_{gc} - Số lượng lỗ khoan trong một vòng lỗ khoan bơm nén ép vật liệu gia cường, neo; L_{gc} - Chiều dài

$$I = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l,cb,kh} \cdot T_{l,cb,kh} + T_{nnm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l,cb,xb} \cdot T_{l,cb,xb} + k_{l,cb,bt} \cdot T_{l,cb,bt} + k_{phu} \cdot T_{phu})}{k_{l,ct,kh} \cdot \left(\frac{N}{k_{kh} \cdot n_{kh} \cdot P_{kh}} \right) + k_{l,ct,xb} \cdot \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l,ct,bt} \cdot \left[\frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot \eta}{k_{bt} \cdot n_{bt} \cdot P_{bt}} \right]}, \text{ giờ. (29)}$$

Tại đây: k_{l,cb,kh}, k_{l,cb,xb}, k_{l,cb,bt}, k_{phu} - Các hệ số thể hiện mức độ độc lập tương ứng của các công tác chuẩn bị khoan lỗ khoan, chuẩn bị xúc bốc đất đá, chuẩn bị chống giữ bằng kết cấu bê tông liên khối, các công tác phụ trợ so với các công tác khác trong chu kỳ thi công; T_{l,cb,kh}, T_{l,cb,xb}, T_{l,cb,bt} - Thời gian hoàn thành công tác chuẩn bị tương ứng cho các công tác

3.2. Trường hợp sử dụng nhiều loại máy khoan lỗ khoan, một loại máy xúc bốc, một loại máy bơm bê tông để thi công kết cấu chống giữ bê tông liên khối

Sau khi sử dụng các công thức (10), (14), (19), chiều sâu lỗ mìn sẽ xác định theo công thức:

$$I = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l,cb,kh} \cdot T_{l,cb,kh} + T_{nnm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l,cb,xb} \cdot T_{l,cb,xb} + k_{l,cb,bt} \cdot T_{l,cb,bt} + k_{phu} \cdot T_{phu})}{k_{l,ct,kh} \cdot \frac{N}{\sum_{i=1}^k (n_{kh,i} \cdot P_{kh,i})} + k_{l,ct,xb} \cdot \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l,ct,bt} \cdot \left[\frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot \eta}{k_{bt} \cdot n_{bt} \cdot P_{bt}} \right]}, \text{ giờ. (30)}$$

3.3. Trường hợp sử dụng một loại máy khoan lỗ khoan, nhiều loại máy xúc bốc, một loại máy bơm bê tông để thi công kết cấu chống giữ bê tông liên khối

Sau khi sử dụng các công thức (9), (15), (19), chiều sâu lỗ mìn sẽ xác định theo công thức:

$$I = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l,cb,kh} \cdot T_{l,cb,kh} + T_{nnm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l,cb,xb} \cdot T_{l,cb,xb} + k_{l,cb,bt} \cdot T_{l,cb,bt} + k_{phu} \cdot T_{phu})}{k_{l,ct,kh} \cdot \left(\frac{N}{k_{kh} \cdot n_{kh} \cdot P_{kh}} \right) + k_{l,ct,xb} \cdot \frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{\sum_{i=1}^x (n_{xb,i} \cdot P_{xb,i})} + k_{l,ct,bt} \cdot \left[\frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot \eta}{k_{bt} \cdot n_{bt} \cdot P_{bt}} \right]}, \text{ giờ. (31)}$$

một lỗ khoan bơm nén ép, m/(lỗ khoan); a_{gc} - Khoảng cách giữa các lỗ khoan bơm nén ép gia cường, m; n_{kn,gc} - Số lượng máy khoan để khoan các lỗ khoan bơm nén ép, máy; P_{kn,gc} - Tốc độ khoan của các máy khoan lỗ khoan bơm nén ép, m/(máy×giờ); t_{gc} - Thời gian cần thiết để hoàn thành công tác bơm nén ép vật liệu gia cường vào một lỗ khoan, giờ/(lỗ khoan).

3. Xây dựng các công thức tính chiều sâu lỗ mìn

Sau khi thay các giá trị các khoảng thời gian hoàn thành các công việc không phụ thuộc vào chiều sâu lỗ mìn; thời gian các lỗ khoan trên gương theo các công thức (9), (10); thời gian xúc bốc đất đá theo các công thức (14), (15); thời gian chống giữ đường hầm bằng các chủng loại kết cấu chống giữ khác nhau theo các công thức (19), (20), (22), (24), (25), (26), (27), (28) cho từng trường hợp cụ thể vào phương trình (4), sau một số phép biến đổi toán học rút ra các công thức xác định chiều sâu lỗ mìn “I” khi sử dụng các loại máy khoan, máy xúc bốc, thiết bị thi công kết cấu chống giữ khác nhau như sau.

3.1. Trường hợp sử dụng một chủng máy khoan lỗ khoan, một loại máy xúc bốc, một loại máy bơm bê tông để thi công kết cấu chống giữ bê tông liên khối

Sau khi sử dụng các công thức (9), (14), (19), chiều sâu lỗ mìn sẽ xác định theo công thức:

khoan lỗ khoan, xúc bốc đất đá, chống giữ đường hầm bằng kết cấu bê tông liên khối; k_{l,ct,kh}, k_{l,ct,xb}, k_{l,ct,bt} - Các hệ số thể hiện mức độ độc lập tương ứng của các công tác khoan lỗ khoan, xúc bốc đất đá, chống giữ bằng kết cấu bê tông liên khối so với các công tác khác trong chu kỳ thi công; 0,0≤k_{l,ct,kh}≤1,0; 0,0≤k_{l,ct,xb}≤1,0; 0,0≤k_{l,ct,bt}≤1,0.

3.4. Trường hợp sử dụng một loại máy khoan lỗ khoan, một loại máy xúc bốc, nhiều loại máy bơm bê tông để thi công kết cấu chống giữ bê tông liền khối

Sau khi sử dụng các công thức (9), (14), (20), chiều sâu lỗ mìn sẽ xác định theo công thức:

$$l = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.bt} T_{l.cb.bt} + k_{phu} T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \left(\frac{N}{k_{kh} \cdot n_{kh} \cdot P_{kh}} \right) + k_{l.ct.xb} \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l.ct.bt} \frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot \eta}{k_{bt} \cdot \sum_{i=1}^{i=b} (n_{bt.i} \cdot P_{bt.i})}}, \text{ giờ. (32)}$$

3.5. Trường hợp sử dụng nhiều loại máy khoan lỗ khoan, nhiều loại máy xúc bốc, một loại máy bơm bê tông để thi công kết cấu chống giữ bê tông liền khối

Sau khi sử dụng các công thức (10), (15), (19), chiều sâu lỗ mìn sẽ xác định theo công thức:

$$l = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.bt} T_{l.cb.bt} + k_{phu} T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \frac{N}{k_{kh} \cdot \sum_{i=1}^{i=k} (n_{kh.i} \cdot P_{kh.i})} + k_{l.ct.xb} \frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot \sum_{i=1}^{i=x} (n_{xb.i} \cdot P_{xb.i})} + k_{l.ct.bt} \left[\frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot \eta}{k_{bt} \cdot n_{bt} \cdot P_{bt}} \right]}, \text{ giờ. (33)}$$

3.6. Trường hợp sử dụng nhiều loại máy khoan lỗ khoan, một loại máy xúc bốc đất đá, nhiều loại máy bơm bê tông để thi công kết cấu chống giữ bê tông liền khối

Sau khi sử dụng các công thức (10), (14), (20), chiều sâu lỗ mìn sẽ xác định theo công thức:

$$l = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.bt} T_{l.cb.bt} + k_{phu} T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \frac{N}{k_{kh} \cdot \sum_{i=1}^{i=k} (n_{kh.i} \cdot P_{kh.i})} + k_{l.ct.xb} \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l.ct.bt} \frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot \eta}{k_{bt} \cdot \sum_{i=1}^{i=b} (n_{bt.i} \cdot P_{bt.i})}}, \text{ giờ. (34)}$$

3.7. Trường hợp sử dụng nhiều loại máy khoan lỗ khoan, nhiều loại máy xúc bốc, nhiều loại máy bơm bê tông để thi công kết cấu chống giữ bê tông liền khối

Sau khi sử dụng các công thức (10), (15), (20), chiều sâu lỗ mìn sẽ xác định theo công thức:

$$l = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.bt} T_{l.cb.bt} + k_{phu} T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \frac{N}{k_{kh} \cdot \sum_{i=1}^{i=k} (n_{kh.i} \cdot P_{kh.i})} + k_{l.ct.xb} \frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot \sum_{i=1}^{i=x} (n_{xb.i} \cdot P_{xb.i})} + k_{l.ct.bt} \frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot \eta}{k_{bt} \cdot \sum_{i=1}^{i=b} (n_{bt.i} \cdot P_{bt.i})}}, \text{ giờ. (35)}$$

3.8. Trường hợp sử dụng kết cấu bê tông cốt thép liền khối để chống giữ đường hầm

Khi sử dụng kết cấu bê tông cốt thép liền khối để chống giữ đường hầm, chiều sâu lỗ mìn sẽ được xác định bằng các công thức (29)÷(35) với một chỉnh lý thêm như sau: do tại đây phải thực

hiện công tác lắp ráp cốt thép, cho nên tại tất cả các mẫu số của các công thức (29)÷(35) phải bổ sung thêm thành phần " $k_{l.ct.ct} \cdot (P_{ct} \cdot \eta / P_{l.ct.ct})$ ".

Ví dụ, sau khi chỉnh sửa công thức (29) để áp dụng khi đường hầm chống giữ bằng bê tông cốt thép liền khối, công thức tính chiều sâu lỗ mìn có dạng:

$$l = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.bt} T_{l.cb.bt} + k_{phu} T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \left(\frac{N}{k_{kh} \cdot n_{kh} \cdot P_{kh}} \right) + k_{l.ct.xb} \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l.ct.bt} \left[\frac{P_{ct} \cdot \eta}{P_{l.ct.ct}} \right] + k_{l.ct.bt} \left[\frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot \eta}{k_{bt} \cdot n_{bt} \cdot P_{bt}} \right]}, \text{ giờ. (36)}$$

3.9. Trường hợp sử dụng các loại kết cấu chống giữ lắp ghép để chống giữ đường hầm

Khi sử dụng các loại kết cấu chống giữ lắp ghép để chống giữ đường hầm, chiều sâu lỗ mìn sẽ được xác định bằng các công thức (29)÷(35) với một số chỉnh lý thêm như sau:

❖ Giá trị thời gian " $T_{l.cb.bt}$ ", hệ số " $k_{l.cb.bt}$ " phải được thay thế tương ứng bằng các đại lượng " $T_{l.cb.kc}$ ", hệ số " $k_{l.cb.kc}$ " cho các kết cấu khung chống, kết cấu chống giữ lắp ghép;

❖ Do tại đây sử dụng các kết cấu chống giữ lắp ghép, cho nên tại tất cả các mẫu số của các công thức (29)÷(35) phải thay thế phần cấu thành

$$\left\{ k_{l.ct.bt} \cdot \left[\frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot \eta}{k_{bt} \cdot n_{bt} \cdot P_{bt}} \right] \right\} \quad (37)$$

$$\text{bằng} \left[k_{l.ct.kc} \cdot \left(\frac{l \cdot \eta}{l_{kc} \cdot P_{l.ct.kc}} \right) \right]. \quad (38)$$

Tại đây: $k_{l.ct.kc}$ - Hệ số thể hiện mức độ độc lập của

khối lượng công tác lắp ráp các chủng loại khung chống, kết cấu chống giữ lắp ghép so với các công tác khác trong chu kỳ công tác tại gương thi công đường hầm; $0,0 \leq k_{l.ct.kc} \leq 1,0$.

$$I = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} \cdot T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} \cdot T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.kc} \cdot T_{l.cb.kc} + k_{phu} \cdot T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \left(\frac{N}{k_{kh} \cdot n_{kh} \cdot P_{kh}} \right) + k_{l.ct.xb} \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l.ct.kc} \left(\frac{l \cdot \eta}{k_c \cdot P_{l.ct.kc}} \right)}, \text{ giờ. (39)}$$

3.10. Trường hợp sử dụng các loại vì neo để chống giữ đường hầm

Khi sử dụng các loại vì neo để chống giữ đường hầm, chiều sâu lỗ min sẽ được xác định bằng các công thức (29)-(35) với một số chỉnh lý thêm như sau:

❖ Giá trị thời gian "T_{l.cb.bt}", hệ số "k_{l.cb.bt}" phải được thay thế tương ứng bằng các đại lượng "T_{l.cb.vn}", hệ số "k_{l.cb.vn}" cho các vì neo;

❖ Do tại đây sử dụng vì neo, cho nên tại tất cả các mẫu số của các công thức (29)-(35) phải thay thế phần cấu thành (37) bằng:

$$I = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} \cdot T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} \cdot T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.vn} \cdot T_{l.cb.vn} + k_{phu} \cdot T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \left(\frac{N}{k_{kh} \cdot n_{kh} \cdot P_{kh}} \right) + k_{l.ct.xb} \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l.ct.vn} \left[\left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_n \cdot L_n}{a \cdot n_{kn.n} \cdot P_{kn.n}} \right) + \left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_n \cdot t_n}{a} \right) \right]}, \text{ giờ. (41)}$$

3.11. Trường hợp sử dụng bê tông phun để chống giữ đường hầm

Khi sử dụng bê tông phun để chống giữ đường hầm, chiều sâu lỗ min sẽ được xác định bằng các công thức (29)-(35) với một số chỉnh lý thêm như sau:

❖ Giá trị thời gian "T_{l.cb.bt}", hệ số "k_{l.cb.bt}" phải được thay thế tương ứng bằng các đại lượng "T_{l.cb.btp}", hệ số "k_{l.cb.btp}" cho các kết cấu bê tông phun;

❖ Do tại đây sử dụng bê tông phun, cho nên tại tất cả các mẫu số của các công thức (29)-(35) phải thay thế phần cấu thành (37) bằng:

$$I = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} \cdot T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} \cdot T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.btp} \cdot T_{l.cb.btp} + k_{phu} \cdot T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \left(\frac{N}{k_{kh} \cdot n_{kh} \cdot P_{kh}} \right) + k_{l.ct.xb} \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l.ct.btp} \left(\frac{C_{dl.p} \cdot l \cdot \eta \cdot a_{dl.p} \cdot b_{dl.p}}{k_{ph} \cdot P_{ph.lt}} \right)}, \text{ giờ. (43)}$$

3.12. Trường hợp sử dụng lưới thép để chống giữ đường hầm

Khi sử dụng lưới thép để chống giữ đường hầm, chiều sâu lỗ min sẽ được xác định bằng các công thức (29)-(35) với một số chỉnh lý thêm như sau:

❖ Giá trị thời gian "T_{l.cb.bt}", hệ số "k_{l.cb.bt}" phải được thay thế tương ứng bằng các đại lượng "T_{l.cb.lt}", hệ số "k_{l.cb.lt}" cho các kết cấu lưới thép;

❖ Do tại đây phải thực hiện công tác chống giữ bằng lưới thép, cho nên tại tất cả các mẫu số của các công

$$I = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} \cdot T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} \cdot T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.lt} \cdot T_{l.cb.lt} + k_{phu} \cdot T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \left(\frac{N}{k_{kh} \cdot n_{kh} \cdot P_{kh}} \right) + k_{l.ct.xb} \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot n_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l.ct.lt} \left(\frac{C_{dl.ll} \cdot l \cdot \eta \cdot a_{dl.ll}}{k_{ll} \cdot P_{ll.lt}} \right)}, \text{ giờ. (45)}$$

Ví dụ, sau khi chỉnh sửa công thức (29) để áp dụng khi đường hầm chống giữ bằng các kết cấu chống giữ lắp ghép, công thức tính chiều sâu lỗ min có dạng:

$$\left\{ k_{l.ct.vn} \cdot \left[\left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_n \cdot L_n}{a \cdot n_{kn.n} \cdot P_{kn.n}} \right) + \left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_n \cdot t_n}{a} \right) \right] \right\}. \text{ (40)}$$

Tại đây: k_{l.ct.vn} - Hệ số thể hiện mức độ độc lập của khối lượng công tác thi công vì neo so với các công tác khác trong chu kỳ công tác tại gương thi công đường hầm; $0,0 \leq k_{l.ct.vn} \leq 1,0$.

Ví dụ, sau khi chỉnh sửa công thức (29) để áp dụng khi đường hầm chống giữ bằng các chủng loại vì neo, công thức tính chiều sâu lỗ min có dạng như sau:

$$\left[k_{l.ct.btp} \cdot \left(\frac{C_{dl.p} \cdot l \cdot \eta \cdot a_{dl.p} \cdot b_{dl.p}}{k_{ph} \cdot P_{ph.lt}} \right) \right]. \text{ (42)}$$

Tại đây: k_{l.ct.btp} - Hệ số thể hiện mức độ độc lập của khối lượng công tác thi công bê tông phun so với các công tác khác trong chu kỳ công tác; $0,0 \leq k_{l.ct.btp} \leq 1,0$.

Ví dụ, sau khi chỉnh sửa công thức (29) để áp dụng khi đường hầm chống giữ bằng chủng loại kết cấu bê tông phun, công thức tính chiều sâu lỗ min có dạng như sau:

thức (29)-(35) phải thay thế phần cấu thành (37) bằng:

$$\left[k_{l.ct.lt} \cdot \left(\frac{C_{dl.ll} \cdot l \cdot \eta \cdot a_{dl.ll}}{k_{ll} \cdot P_{ll.lt}} \right) \right]. \text{ (44)}$$

Tại đây: k_{l.ct.lt} - Hệ số thể hiện mức độ độc lập của khối lượng công tác thi công lưới thép so với các công tác khác trong chu kỳ công tác; $0,0 \leq k_{l.ct.lt} \leq 1,0$.

Ví dụ, sau khi chỉnh sửa công thức (29) để áp dụng khi đường hầm chống giữ bằng lưới thép, công thức tính chiều sâu lỗ min có dạng:

3.13. Trường hợp sử dụng kết cấu “vòng đá gia cường” để chống giữ đường hầm

Khi sử dụng “vòng đá gia cường” để chống giữ đường hầm, chiều sâu lỗ mìn sẽ được xác định bằng các công thức (29)-(35) với một số chỉnh lý sau:

❖ Giá trị thời gian $T_{l.cb.bt}$, hệ số $k_{l.cb.bt}$ phải được thay thế tương ứng bằng các đại lượng $T_{l.cb.vd}$, hệ số $k_{l.cb.vd}$ cho các kết cấu “vòng đá gia cường”;

❖ Do tại đây sử dụng kết cấu “vòng đá gia cường”, cho nên tại tất cả các mẫu số của các công thức (29)-(35) phải thay thế phần cấu thành (37) bằng:

$$\left\{ k_{l.ct.vd} \left[\left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_{gc} \cdot L_{gc}}{a_{gc} \cdot \eta_{kn.gc} \cdot P_{kn.gc}} \right) + \left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_{gc} \cdot t_{gc}}{a_{gc}} \right) \right] \right\} \quad (46)$$

Tại đây: $k_{l.ct.vd}$ - Hệ số thể hiện mức độ độc lập của khối lượng công tác thi công kết cấu “vòng đá gia cường” so với các công việc khác trong chu kỳ công tác; $0,0 \leq k_{l.ct.vd} \leq 1,0$.

Ví dụ, sau khi chỉnh sửa công thức (29) để áp dụng khi đường hầm chống giữ bằng các kết cấu “vòng đá gia cường”, công thức tính chiều sâu lỗ mìn có dạng:

$$l = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} \cdot T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} \cdot T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.vd} \cdot T_{l.cb.vd} + k_{phu} \cdot T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \left(\frac{N}{k_{kh} \cdot \eta_{kh} \cdot P_{kh}} \right) + k_{l.ct.xb} \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot \eta_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l.ct.vd} \left[\left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_{gc} \cdot L_{gc}}{a_{gc} \cdot \eta_{kn.gc} \cdot P_{kn.gc}} \right) + \left(\frac{l \cdot \eta \cdot N_{gc} \cdot t_{gc}}{a_{gc}} \right) \right]}, \text{ giờ.} \quad (47)$$

3.14. Trường hợp sử dụng tổ hợp nhiều kết cấu khác nhau để chống giữ đường hầm

Khi sử dụng tổ hợp nhiều kết cấu khác nhau để chống giữ đường hầm, chiều sâu lỗ mìn sẽ được xác định bằng các công thức (29)-(35) với một số chỉnh lý thêm như sau:

❖ Giá trị thời gian $T_{l.cb.bt}$, hệ số $k_{l.cb.bt}$ phải được thay thế tương ứng bằng nhiều cặp đại lượng $T_{l.cb.i}$, hệ số $k_{l.cb.i}$ cho các kết cấu chống giữ thứ “i” trong tổ hợp nhiều kết cấu khác nhau để chống giữ đường hầm; $i=1 \div q$; q - Số lượng các chủng loại kết cấu khác nhau sử dụng để chống

giữ đường hầm;

❖ Do tại đây sử dụng tổ hợp nhiều kết cấu chống giữ khác nhau, cho nên tại tất cả các mẫu số của các công thức (29)-(35) phải thay thế phần cấu thành (37) bằng các thành phần tương ứng với các số lượng, chủng loại kết cấu cụ thể khác nhau để chống giữ đường hầm theo các công thức (38), (40), (42), (44), (46).

Ví dụ, sau khi chỉnh sửa công thức (29) để áp dụng khi đường hầm chống giữ bằng tổ hợp các khung chống và bê tông liên khối, công thức tính chiều sâu lỗ mìn có dạng:

$$l = \frac{T_{ck} - (T_{gca} + k_{l.cb.kh} \cdot T_{l.cb.kh} + T_{nmm} + T_{tg} + T_{at} + T_{ctg} + k_{l.cb.xb} \cdot T_{l.cb.xb} + k_{l.cb.kc} \cdot T_{l.cb.kc} + k_{l.cb.bt} \cdot T_{l.cb.bt} + k_{phu} \cdot T_{phu})}{k_{l.ct.kh} \left(\frac{N}{k_{kh} \cdot \eta_{kh} \cdot P_{kh}} \right) + k_{l.ct.xb} \left(\frac{S_{tc} \cdot \mu \cdot \eta \cdot k_{nr}}{k_{xb} \cdot \eta_{xb} \cdot P_{xb}} \right) + k_{l.ct.kc} \left(\frac{l \cdot \eta}{l_{kc} \cdot P_{l.ct.kc}} \right) + k_{l.ct.bt} \left[\frac{(S_{tc} \cdot \mu - S_{sd}) \cdot \eta}{k_{bt} \cdot \eta_{bt} \cdot P_{bt}} \right]}, \text{ giờ.} \quad (48)$$

4. Kết luận

Để sử dụng hiệu quả công thức xác định chiều sâu lỗ khoan 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 cho những trường hợp định trước tốc độ thi công. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu hoàn thiện phương pháp xác định chiều sâu lỗ mìn khi thi công đường hầm. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 4. Năm 2016. Trang 5÷8.
2. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu xác định chiều sâu lỗ mìn khi sử dụng công nghệ phun bê tông-lưới thép và vi neo. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 6. 2003. Tr. 6÷8.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

Từ khóa: chiều sâu lỗ mìn; chu kỳ thi công; công thức tính

Ngày nhận bài: 15 tháng 01 năm 2016

Ngày duyệt đăng bài: 06 tháng 8 năm 2016

SUMMARY

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

On the basis of theoretical studies, practice, author of the article proposed some main formulars estimating the blasting hole depth in the tunnel construction.