

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CÁC ÁP LỰC TÁC DỤNG LÊN CÔNG TRÌNH NGẦM

VÕ TRỌNG HÙNG

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: votronghung@khoaxaydung.edu.vn

1. Tổng quan

Khác với áp suất thể hiện giá trị lực tác dụng lên một đơn vị diện tích bề mặt vật thể, áp lực có thể thể hiện dưới ba dạng: lực tập trung (N) tác dụng lên một điểm của bề mặt vật thể; lực tập trung (N/m) tác dụng lên một đoạn, một đường có chiều dài giới hạn thuộc bề mặt vật thể; lực phân bố (N/m²) tác dụng lên một đơn vị diện tích bề mặt vật thể.

Khái niệm "áp suất" thường dùng cho môi trường chất lỏng hoặc chất khí. Khái niệm "áp lực" mang tính phổ quát hơn so với khái niệm "áp suất" và có thể áp dụng cho nhiều môi trường khác nhau. Cả hai loại áp suất, áp lực thường mang đặc tính ngoại lực tác dụng lên bề mặt vật thể và sẽ tạo nên trường ứng suất-biến dạng bổ sung phía trong vật thể. Khi đó, vật thể, hệ thống nghiên cứu sẽ được xem xét "độc lập" tương đối so với môi trường bao quanh. Tại đây không xem xét sự tác dụng tương hỗ giữa vật thể, hệ thống nghiên cứu với môi trường bao quanh.

Trong nhiều trường hợp, hệ thống thực phải có sự tác dụng tương hỗ với môi trường bao quanh. Khi đó, áp lực tác dụng lên bề mặt vật thể sẽ là kết quả của quá trình tác dụng tương hỗ của các thành phần cấu thành và các mối quan hệ trong hệ thống "vật thể-môi trường". Trong trường hợp này, áp lực tác dụng lên vật thể sẽ không còn là ngoại lực mà trở thành nội lực của hệ thống "vật thể-môi trường". Đại lượng áp lực tác dụng lên vật thể tại đây sẽ thể hiện dưới ba dạng nội lực: ứng lực điểm (N) (nội lực xuất hiện tại một điểm tiếp xúc bề mặt của vật thể và môi trường bao quanh); ứng lực đường (N/m) (nội lực xuất hiện tại các đoạn, đường có chiều dài giới hạn tiếp xúc bề mặt của vật thể và môi trường bao quanh); ứng suất (N/m²) (nội lực xuất hiện tại diện tích bề mặt "phía ngoài", "phía trong" của vật thể nghiên cứu).

Việc xác định áp lực tác dụng lên công trình ngầm là một trong những vấn đề phức tạp nhất khi thiết kế, thi công công trình ngầm. Các áp lực tác dụng lên công trình ngầm dưới các dạng nội lực thường được xác định trong quá trình khảo sát sự tác dụng tương hỗ của các thành phần, mối liên kết của chúng trong hệ

thống "công trình ngầm-môi trường". Trong rất nhiều trường hợp, đây là việc làm không cần thiết do kết quả khảo sát, nghiên cứu hệ thống "công trình ngầm-môi trường" đã cho những thông tin cần thiết về trạng thái "ứng suất-biến dạng" của kết cấu công trình ngầm để giải quyết các vấn đề kỹ thuật, công nghệ trong quá trình thiết kế, tính toán công trình ngầm. Vì vậy, trên thực tế chỉ cần xác định áp suất, áp lực mang đặc tính ngoại lực tác dụng lên kết cấu công trình ngầm.

Cho đến nay, các loại áp lực (ngoại lực) tác dụng lên công trình ngầm thường được chấp nhận và xác định thông qua một số thuật ngữ kỹ thuật sau: "áp lực mỏ", "áp lực đất", "áp lực đá", "áp lực đất đá", "áp lực nước dưới đất", "áp lực khí ngầm", "áp lực nóc", "áp lực nền", "áp lực tác dụng lên mặt đất",... Các khái niệm "áp lực mỏ", "áp lực đất", "áp lực đá", "áp lực đất đá",... thường được hiểu như là những đại lượng áp lực hình thành do trọng trường của đất đá tác dụng lên công trình ngầm (CTN). Ngoài ra, khái niệm "áp lực mỏ" có thể sẽ gây nên cách hiểu nhầm lẫn vì "hình như" chúng chỉ xem xét chủng loại áp lực tác dụng dành riêng cho các công trình ngầm trong mỏ. Khái niệm "áp lực nước dưới đất" thể hiện chủng loại áp lực tác dụng lên CTN có nguồn gốc từ các nguồn nước dưới đất khác nhau (áp lực nước lỗ rỗng; áp lực của các tầng, túi, hang, động,... chứa nước dưới đất; áp lực của các dòng chảy ngầm nước dưới đất,...). Khái niệm "áp lực khí ngầm" thể hiện chủng loại áp lực tác dụng lên CTN có nguồn gốc từ các loại khí ngầm tồn tại trong lòng đất đá. Các khái niệm "áp lực nóc", "áp lực hông", "áp lực nền",... thể hiện các đại lượng áp lực tác dụng lên nóc, hông, nền CTN (tác dụng theo các hướng khác nhau trong không gian). Nhìn chung, các khái niệm áp lực trên đây chỉ thể hiện những dạng áp lực riêng. Chúng chưa thể hiện đầy đủ, chính xác các chủng loại áp lực khác nhau do môi trường trong và ngoài công trình ngầm sản sinh ra và tác dụng lên công trình ngầm.

2. Định nghĩa "áp lực ngầm"

Việc xây dựng công trình ngầm sẽ làm mất trạng

thái cân bằng tự nhiên của khối đá, chuyển đổi trạng thái ứng suất nguyên sinh của khối đá sang trạng thái ứng suất thứ sinh. Khi đó, công trình ngầm sẽ phải chịu sự tác dụng một lớp, một nhóm, một tổ hợp các chủng loại áp lực khác nhau, có nguồn gốc khác nhau. Tại đây không chỉ tồn tại những dạng riêng lẻ như “áp lực mỏ”, “áp lực đất đá”,... mà phải tồn tại một tổ hợp các chủng loại áp lực khác nhau tác dụng đồng thời lên công trình ngầm tại những thời điểm nhất định. Thành phần, đặc tính tác dụng, mức độ cộng hưởng, đặc tính tác dụng tương hỗ, giá trị,... của các chủng loại áp lực tác dụng lên công trình ngầm luôn luôn thay đổi theo không gian và thời gian, rất phức tạp vì một số nguyên nhân chính như sau:

- Đặc tính phức tạp, đa dạng của thành phần, số lượng các chủng loại áp lực;
- Nguồn gốc sinh ra các chủng loại áp lực rất khác nhau;
- Đặc tính tác dụng lên công trình ngầm của các chủng loại áp lực rất phức tạp, không có quy luật theo thời gian và trong không gian;
- Mức độ cộng hưởng phức tạp của các chủng loại áp lực khác nhau tác dụng lên công trình ngầm theo thời gian và trong không gian;
- Giá trị của các chủng loại áp lực không tường minh, luôn thay đổi và phụ thuộc rất phức tạp vào rất nhiều yếu tố khách quan và chủ quan khác nhau trong và ngoài công trình ngầm;...

Mặc dù có những sự khác biệt về đặc tính và thời gian hình thành, tuy nhiên tất cả các chủng loại áp lực xuất hiện trong không gian ngầm, trong các không gian liên quan hoặc truyền tải qua các môi trường tự nhiên, cuối cùng sẽ tác dụng lên công trình ngầm ở những mức độ khác nhau. Các chủng loại áp lực này sẽ hình thành trường các ngoại lực thống nhất, cuối cùng tác dụng lên công trình ngầm. Do đó, chúng tôi đề xuất ý tưởng liên kết toàn bộ các chủng loại áp lực này vào một khái niệm thống nhất mang tính tổng quát - Khái niệm “áp lực ngầm” (ALN) tác dụng lên công trình ngầm.

Việc đưa ra định nghĩa chuẩn xác, đầy đủ về khái niệm “áp lực ngầm” rất phức tạp. Khái niệm “áp lực ngầm” phải liên quan trực tiếp đến công trình ngầm. Về bản chất, khái niệm “áp lực ngầm” chỉ tồn tại cho công trình ngầm, khi xuất hiện công trình ngầm. Không có khái niệm “áp lực ngầm” chung, tồn tại độc lập như “trường ứng suất nguyên sinh” của khối đá chứa hoặc không chứa công trình ngầm. Quan niệm “áp lực ngầm” chỉ là một đại lượng áp lực nào đó tác dụng lên công trình ngầm rất không chính xác. Tại đây không tồn tại một dạng chung, mang tính tổng quát của “áp lực ngầm” đơn chiếc, đơn

độc. Việc xác định một chủng loại áp lực nào đó (dù quan trọng đến mức độ nào đi chăng nữa) tác dụng lên công trình ngầm không thể kết thúc lời giải cho bài toán. Quá trình này vẫn phải tiếp tục để tìm kiếm các đại lượng áp lực khác tác dụng lên công trình ngầm. Ngoài ra, còn phải xác định các quy luật thay đổi của chúng, sự cộng hưởng, tương tác giữa chúng với nhau trong không gian, theo thời gian.

Như vậy, “áp lực ngầm” phải tổ hợp tất cả các đại lượng áp lực cuối cùng phía ngoài, phía trong công trình ngầm tác dụng lên kết cấu của chúng. “Áp lực ngầm” phải liên kết các chủng loại áp lực khác nhau. “Áp lực ngầm” phụ thuộc vào rất nhiều môi trường tác động, nhiều yếu tố bên ngoài, bên trong của công trình ngầm và mối tương tác rất phức tạp giữa chúng với nhau,... Những yếu tố cấu thành trong các môi trường ảnh hưởng khác nhau đối với công trình ngầm (hình H.1) sẽ gây nên những thành phần cấu thành “áp lực ngầm” không giống nhau. Các áp lực thành phần này có bản chất hình thành, hướng tác dụng, giá trị tác dụng, đặc tính tác dụng tương hỗ, sự thay đổi giá trị khác nhau trong không gian, theo thời gian,... khi tác dụng lên công trình ngầm.

Do đó, có thể định nghĩa “áp lực ngầm” bước đầu như sau: “áp lực ngầm” là tổ hợp các loại áp lực có nguồn gốc khác nhau tác dụng lên công trình ngầm trong không gian, theo thời gian.

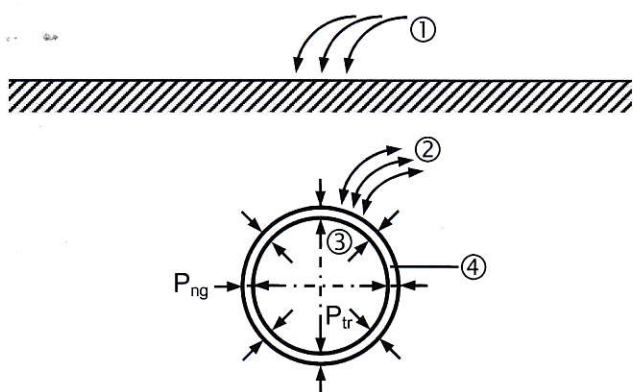
3. Mối quan hệ giữa công trình ngầm và các môi trường liên quan

Công trình ngầm phải nằm trong không gian ngầm (môi trường đất đá, môi trường nước, môi trường hỗn hợp đất đá-nước, môi trường địa nhiệt, môi trường khí ngầm, môi trường địa điện,...) [1]. Do đó, công trình ngầm phải chịu sự tác dụng của ba nhóm không gian (nhóm môi trường) cơ bản sau đây:

- Không gian lộ thiên (môi trường không khí lộ thiên phía trên mặt đất) “1”;
- Không gian ngầm (môi trường đất đá, nước, đất đá-nước,...) “2”;
- Không gian của công trình ngầm bao gồm: không gian “3” phía trong công trình ngầm; kết cấu chống giữ chủ động, thụ động, hỗn hợp,... “4” của công trình ngầm (hình H.1).

Trong đó, không gian “1” mang tính độc lập tương đối, hai không gian “2” và “3+4” có quan hệ mật thiết với nhau, tương tác với nhau rất phức tạp.

Như vậy, khi xác định các chủng loại áp lực trong tổ hợp “áp lực ngầm” tác dụng lên công trình ngầm, cần xem xét ba không gian (môi trường) chính “1”, “2”, “3+4” (hình H.1), đặc tính tương tác của chúng với nhau và các yếu tố hình thành áp lực từ các môi trường đó.



H.1. Mối quan hệ giữa công trình ngầm và các môi trường liên quan: P_{tr} - Áp lực tác dụng từ phía trong công trình ngầm; P_{ng} - Áp lực tác dụng từ phía ngoài công trình ngầm

Mặc dù, việc hình thành các loại áp lực cấu thành này có thể xem xét độc lập tương đối (để dễ xác định), tuy nhiên sự ảnh hưởng, cộng hưởng của chúng luôn luôn xảy ra trên thực tế. Vì vậy, khi xác định các áp lực trong tổ hợp “áp lực ngầm” tác dụng lên công trình ngầm nên lưu ý đến một số hướng tiếp cận sau đây:

- Xác định những yếu tố ảnh hưởng chính (nguồn gốc hình thành, hướng tác dụng, giá trị áp lực, đặc tính tác dụng,...) gây nên những áp lực chính tác dụng lên công trình ngầm;
- Xác định mối quan hệ giữa các yếu tố ảnh hưởng chính để có thể xác định chuẩn xác những áp lực chính tác dụng lên công trình ngầm;
- Xác định những áp lực chính tác dụng lên công trình ngầm;
- Xác định mô hình liên kết những áp lực chính tác dụng lên công trình ngầm trong không gian và theo thời gian;
- Nghiên cứu đề xuất, sử dụng phương pháp tổng hợp xác định giá trị áp lực cuối cùng đại diện cho tổ hợp “áp lực ngầm” tác dụng lên công trình ngầm,...

4. Các yếu tố ảnh hưởng và phân loại các chủng loại áp lực trong “áp lực ngầm”

Thực tế cho thấy, tổ hợp các yếu tố ảnh hưởng và các áp lực trong khái niệm “áp lực ngầm” tác dụng lên công trình ngầm thể hiện thông qua một số nhóm yếu tố ảnh hưởng, nhóm áp lực chính sau đây [5]:

- Nhóm 1 - Các không gian và các yếu tố cấu thành các không gian ảnh hưởng trực tiếp đến công trình ngầm: không gian lộ thiên; không gian ngầm của môi trường đất đá; không gian ngầm của môi trường nước; không gian ngầm của môi trường nước-đất đá; không gian của công trình ngầm;...;
- Nhóm 2 - Các đặc tính về mức độ trực tiếp tác dụng của “áp lực ngầm” lên công trình ngầm: “áp

lực ngầm” tác dụng gián tiếp (các áp lực tác dụng gián tiếp lên kết cấu công trình ngầm thông qua môi trường, vật thể,... bao quanh công trình ngầm - Áp lực tác dụng lên mặt đất phía trên công trình ngầm; áp lực nổ mìn trong lòng đất, trên mặt đất; áp lực địa chấn,...); “áp lực ngầm” tác dụng trực tiếp (các áp lực tác dụng trực tiếp lên các kết cấu công trình ngầm không thông qua môi trường, vật thể trung gian,...);...;

➢ Nhóm 3 - Các đặc tính về chủng loại chung của “áp lực ngầm” tác dụng lên công trình ngầm: “áp lực ngầm” thông thường; “áp lực ngầm” đặc biệt (áp lực có nguồn gốc từ các tác động địa chấn; áp lực xuất hiện trong những tai nạn, sự cố cháy nổ, phương tiện vận tải,...; áp lực xuất hiện do các va đập thủy lực xuất hiện trong các đường hầm dẫn nước có áp;...);

➢ Nhóm 4 - Các đặc tính xác định tường minh của “áp lực ngầm” tác dụng lên công trình ngầm: “áp lực ngầm” tường minh; “áp lực ngầm” xác suất; “áp lực ngầm” không tường minh;

➢ Nhóm 5 - Các đặc tính về mức độ lâu dài và tính chất thể hiện của khoảng thời gian tác dụng của “áp lực ngầm” lên công trình ngầm: “áp lực ngầm” cố định (tác dụng lâu dài); “áp lực ngầm” tạm thời (tác dụng ngắn hạn); “áp lực ngầm” mang đặc tính cố định-tạm thời (vừa tác dụng tạm thời, ngắn hạn vừa tác dụng lâu dài);

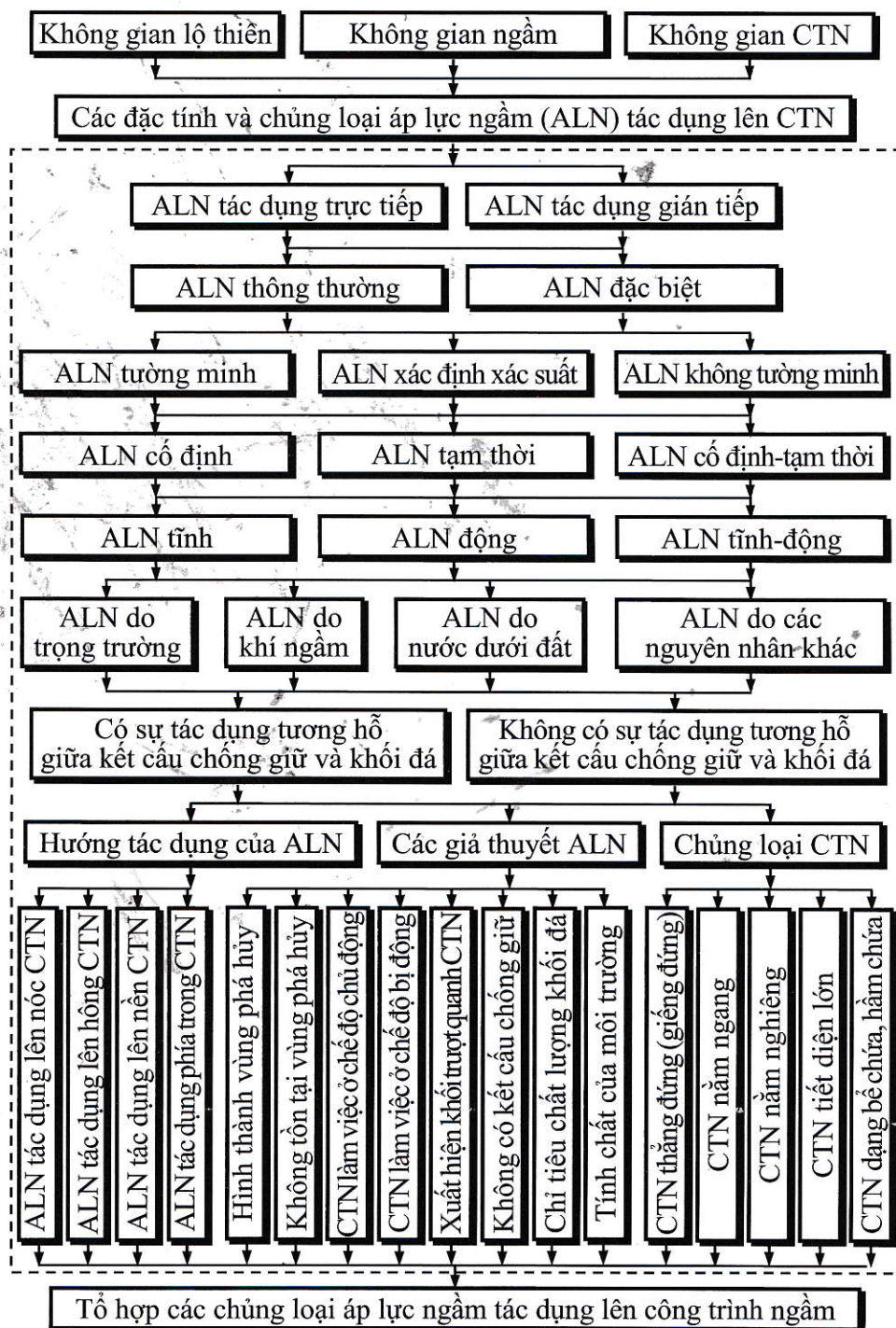
➢ Nhóm 6 - Các đặc tính tĩnh-động trong không gian, theo thời gian của “áp lực ngầm” tác dụng lên công trình ngầm: “áp lực ngầm” tĩnh (tác dụng tĩnh học); “áp lực ngầm” động (tác dụng động học); “áp lực ngầm” tĩnh-động (tác dụng vừa tĩnh học lại vừa động học);

➢ Nhóm 7 - Các đặc tính tác dụng tương hỗ giữa các kết cấu chống giữ và khối đất đá, các môi trường bao quanh: “áp lực ngầm” xác định không xét tới sự tác dụng tương hỗ giữa các kết cấu chống giữ và khối đất đá, các môi trường bao quanh; “áp lực ngầm” xác định có xét tới sự tác dụng tương hỗ giữa các kết cấu chống giữ và khối đất đá, các môi trường bao quanh;

➢ Nhóm 8 - Các đặc tính về nguồn động lực gây nên “áp lực ngầm”: “áp lực ngầm” có nguồn gốc trọng trường; “áp lực ngầm” có nguồn gốc khí ngầm; “áp lực ngầm” có nguồn gốc từ nước dưới đất; “áp lực ngầm” do những nguyên nhân khác (tự trọng của kết cấu chống giữ; đặc điểm dự ứng lực của kết cấu chống giữ; đặc tính hình thành biến dạng, ứng suất của vật liệu, kết cấu chống giữ; đặc tính kỹ thuật, công nghệ khoan nổ mìn thi công; đặc tính tác động nhiệt độ trong CTN; đặc tính nhiệt độ của khối đất đá

bao quanh; đặc tính trương nở, co ngót,... của đất đá; đặc tính, cường độ vận hành của các loại máy, thiết bị,... thi công; đặc tính, cường độ vận hành của các loại máy, thiết bị,... sử dụng trong CTN; đặc tính trường điện từ trong khối đất đá, nước, đất đá-nước;

các yếu tố vi khí hậu trong CTN; đặc điểm của công nghệ, máy, thiết bị,... đào phá đất đá, thi công CTN; đặc điểm của công nghệ, máy, thiết bị,... đào phá đất đá, thi công các công trình lộ thiên; đặc điểm vận hành của các loại máy, thiết bị,... trên mặt đất,...);...



H.2. Sơ đồ phân loại các áp lực khác nhau tác dụng lên công trình ngầm

➤ Nhóm 9 - Các đặc tính về hướng tác dụng của các áp lực lên công trình ngầm: “áp lực ngầm”

tác dụng lên nóc công trình ngầm; “áp lực ngầm” tác dụng lên hông công trình ngầm; “áp lực ngầm”

tác dụng lên nền công trình ngầm; “áp lực ngầm” tác dụng từ phía trong công trình ngầm;...;

➢ Nhóm 10 - Các đặc tính về chủng loại công trình ngầm: giếng đứng; công trình ngầm nằm ngang; công trình ngầm nằm nghiêng; công trình ngầm tiết diện lớn; công trình ngầm dạng bể chứa, hầm chứa;...;

➢ Nhóm 11 - Các giả thuyết xác định “áp lực ngầm”: các giả thuyết hình thành vùng phá hủy xung quanh công trình ngầm; các giả thuyết hình thành vùng phá hủy xung quanh công trình ngầm; các giả thuyết hình thành “áp lực ngầm” khi công trình ngầm không sử dụng kết cấu chống giữ; các giả thuyết hình thành “áp lực ngầm” khi kết cấu chống giữ làm việc trong chế độ chủ động (làm việc đồng thời với khối đá trong cùng một hệ thống thống nhất “khối đá-kết cấu chống giữ”); các giả thuyết hình thành “áp lực ngầm” khi kết cấu chống giữ làm việc trong chế độ thụ động (kết cấu chống giữ làm việc độc lập với khối đá); các giả thuyết hình thành “áp lực ngầm” do hình thành các khối đất đá trượt xung quanh công trình ngầm; các giả thuyết hình thành “áp lực ngầm” dựa trên các chỉ tiêu chất lượng của khối đá; các giả thuyết hình thành “áp lực ngầm” dựa trên các tính chất cấu tạo khác nhau của các môi trường tự nhiên bao quanh công trình ngầm (môi trường đồng nhất, đẳng hướng; môi trường đồng nhất, đẳng hướng từng phần; môi trường không đồng nhất, đẳng hướng; môi trường rời,...);... (Hình H.2) [5].

5. Đặc điểm của “áp lực ngầm”

Khác với trường ứng suất nguyên sinh, “áp lực ngầm” có một số đặc điểm sau đây:

➢ “Áp lực ngầm” chỉ tồn tại khi có công trình ngầm;

➢ “Áp lực ngầm” phụ thuộc rất lớn vào đặc tính cấu tạo, cấu trúc, tính chất cơ lý của khối đất đá, các môi trường tự nhiên bao quanh công trình ngầm;

➢ “Áp lực ngầm” phụ thuộc rất lớn vào đặc tính cấu tạo, cấu trúc, tính chất cơ lý của kết cấu chống giữ, các đặc tính cấu tạo hình học, vị trí bố trí,... của công trình ngầm;

➢ “Áp lực ngầm” phụ thuộc rất lớn vào khoảng cách từ công trình ngầm đến mặt đất, mặt nước (mặt thoáng); đặc tính cấu tạo bề mặt địa hình của mặt đất (khi công trình ngầm ở độ sâu nhỏ, chịu sự ảnh hưởng trực tiếp của các tác động bề mặt);

➢ “Áp lực ngầm” phụ thuộc rất lớn vào đặc tính vận hành của các loại máy, thiết bị,... hoạt động trong và ngoài công trình ngầm;

➢ Nếu các trường ứng suất nguyên sinh, trường

ứng suất thứ sinh có đặc điểm tác động theo thể tích, tác động bề mặt thì “áp lực ngầm” có thể xuất hiện dưới nhiều dạng khác nhau: tác động theo đặc tính thể tích; tác động lên bề mặt; tác động theo dạng đường (lực tập trung tác dụng theo một đoạn, một đường cụ thể nào đó); tác dụng theo điểm (lực tập trung tác dụng tại điểm); tác dụng theo tổ hợp “điểm-đoạn-đường-mặt-khối” rất phức tạp;

➢ Nếu các trường ứng suất nguyên sinh gần như không thay đổi hoặc thay đổi không nhiều (tùy theo mức độ điểm xem xét vào sâu phía trong khối đá tính từ biên công trình ngầm), “áp lực ngầm” luôn luôn thay đổi trong không gian và theo thời gian tùy thuộc vào trạng thái cơ học của hệ “kết cấu chống giữ-khối đá bao quanh” và sự tác động của nhiều yếu tố ảnh hưởng khác của các môi trường;...

6. Các phương pháp xác định “áp lực ngầm”

Để xác định “áp lực ngầm” tác dụng lên công trình ngầm có thể sử dụng một số nhóm phương pháp chính như sau:

➢ Các phương pháp lý thuyết toán học;

➢ Các phương pháp sử dụng các giả thuyết hình thành áp lực;

➢ Các phương pháp kinh nghiệm;

➢ Các phương pháp đo đạc áp lực tại hiện trường;

➢ Các phương pháp lý thuyết-thực nghiệm;

➢ Các phương pháp sử dụng các tiêu chuẩn thiết kế;

➢ Các phương pháp tổ hợp nghiên cứu;...

Các phương pháp lý thuyết dựa vào các lý thuyết tác dụng tương hỗ giữa kết cấu chống giữ và môi trường đất đá, các môi trường bao quanh công trình ngầm để tính “áp lực ngầm”. Các phương pháp giả thuyết dựa vào các giả thuyết hình thành “áp lực ngầm” tác dụng lên công trình ngầm để tính toán. Các phương pháp kinh nghiệm sử dụng những kết quả nghiên cứu “áp lực ngầm” ở những điều kiện tương tự đã có để xác định “áp lực ngầm”. Các phương pháp đo đạc dựa vào kết quả đo đạc “áp lực ngầm” tại hiện trường. Các phương pháp lý thuyết-thực nghiệm được xây dựng trên cơ sở các mô hình gần đúng, có lý, cho phép xác định “áp lực ngầm” với nhiều hệ số cần vi chỉnh, làm đúng dần sau khi so sánh mô hình với những kết quả nghiên cứu thực nghiệm. Các phương pháp sử dụng các tiêu chuẩn thiết kế được xác định dựa trên những kết quả tổng hợp trong các tiêu chuẩn, quy chuẩn thiết kế đã được các cơ quan quản lý nhà nước về xây dựng công trình ngầm ban hành. Các phương pháp tổ hợp nghiên cứu sử dụng đồng

thời nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau cho công trình ngầm cụ thể.

Hiện nay vẫn chưa có phương pháp toàn năng xác định “áp lực ngầm”. Theo chúng tôi, đại lượng “áp lực ngầm” tác dụng lên công trình ngầm có thể xác định theo các bước như sau:

➤ Bước 1 - Xác định các thông số cơ lý, cấu trúc, cấu tạo,... của các môi trường bao quanh công trình ngầm, môi trường phía trong công trình ngầm, mối liên hệ giữa chúng với nhau và mức độ tác động của chúng đến công trình ngầm;

➤ Bước 2 - Xác định các thông số cơ lý, hình học cấu tạo của thành phần cấu thành công trình ngầm, các yếu tố ảnh hưởng đến kết cấu công trình ngầm và ngược lại; mối liên hệ, tác động tương hỗ giữa công trình ngầm với các đối tượng trong và ngoài công trình ngầm; mức độ tác động của chúng đến công trình ngầm;

➤ Bước 3 - Lựa chọn phương pháp, tổ hợp phương pháp phù hợp đánh giá mức độ ổn định của công trình ngầm không chống (không có sự tồn tại của kết cấu chống giữ);

➤ Bước 4 - Đánh giá mức độ ổn định của công trình ngầm không chống (không có sự tồn tại của kết cấu chống giữ). Tại đây, tiến hành đánh giá khả năng mang tải, mức độ ổn định của khối đá bao quanh dưới tác dụng của các yếu tố tác động từ phía trong và ngoài công trình ngầm. Trên thực tế có thể xảy ra ba trường hợp sau đây:

✦ Trường hợp thứ nhất - Mức độ ổn định của khối đá bao quanh nằm trong vùng giới hạn an toàn. Khi đó, khối đá bao quanh hoàn toàn có thể thay thế các kết cấu chống giữ nhân tạo và có khả năng chống lại hiệu quả, an toàn các tác động có hại từ các không gian phía trong, phía ngoài công trình ngầm;

✦ Trường hợp thứ hai - Mức độ ổn định của khối đá bao quanh nằm trong trạng thái cân bằng giới hạn an toàn. Khi đó, khối đá bao quanh hoàn toàn có thể thay thế các kết cấu chống giữ nhân tạo và không có khả năng tuyệt đối chống lại hiệu quả, an toàn các tác động có hại từ các không gian phía trong, phía ngoài công trình ngầm. Công trình ngầm vừa có thể an toàn vận hành vừa có thể sẽ chịu sự tác động của các tác động từ các môi trường khác nhau. Trong trường hợp này, phải tính đến nhiều khả năng xuất hiện “áp lực ngầm” với các giá trị, hướng tác dụng khác nhau để có những giải pháp thiết kế, thi công, chống giữ phù hợp cho công trình ngầm;

✦ Trường hợp thứ ba - Mức độ ổn định của khối đá bao quanh nằm trong giới hạn không an toàn. Khi đó, khối đá bao quanh không thể thay thế các kết cấu chống giữ nhân tạo và không có khả năng chống lại hiệu quả, an toàn các tác động có hại từ các không

gian phía trong, phía ngoài công trình ngầm. Công trình ngầm sẽ chịu sự tác động của các yếu tố từ các môi trường khác nhau. Trong trường hợp này, phải xác định “áp lực ngầm” với các giá trị, hướng tác dụng cụ thể khác nhau để chuẩn bị những giải pháp thiết kế, thi công, chống giữ phù hợp cho công trình ngầm ngay sau thời điểm hình thành công trình;

➤ Bước 5 - Khi xảy ra trường hợp thứ nhất - Mức độ ổn định của khối đá bao quanh nằm trong vùng giới hạn an toàn. Trong trường hợp này, “áp lực ngầm” không xuất hiện, công trình ngầm có thể không cần phải chống giữ. Trong quá trình thi công, sử dụng công trình cần thực hiện một số công việc sau: theo dõi trạng thái ổn định của khối đá bao quanh; dự báo sự suy giảm đặc tính bền của khối đá; dự báo sự suy giảm mức độ ổn định của khối đá; kịp thời phát hiện những biểu hiện mất ổn định cục bộ, khu vực mất ổn định, sụt lún của khối đá trên biên công trình ngầm;... để có thể đưa ra những giải pháp bảo vệ, chống giữ cần thiết cho công trình ngầm;

➤ Bước 6 - Khi xảy ra trường hợp thứ hai - Mức độ ổn định của khối đá bao quanh nằm trong trạng thái cân bằng giới hạn an toàn. Khi đó, khối đá trên biên sẽ nằm trong trạng thái cân bằng giới hạn có mức độ ổn định, an toàn thấp nhất. Khi đó, “áp lực ngầm” có thể không xuất hiện hoặc xuất hiện ở mức độ nhỏ, công trình ngầm nên chống giữ bằng những kết cấu, vật liệu nhẹ, có khả năng chịu tải không lớn. Trong quá trình thi công, sử dụng công trình cần theo dõi trạng thái ổn định của khối đá bao quanh, kết cấu chống giữ, để kịp thời phát hiện những biểu hiện mất ổn định cục bộ, khu vực mất ổn định,... để có thể đưa ra những giải pháp gia cường, tăng bền, chống giữ cần thiết cho công trình ngầm;

➤ Bước 7 - Khi xảy ra trường hợp thứ ba - Mức độ ổn định của khối đá bao quanh nằm trong giới hạn không an toàn. Trong trường hợp này, phải xác định “áp lực ngầm” với các giá trị, hướng tác dụng cụ thể khác nhau để chuẩn bị những giải pháp thiết kế, thi công, chống giữ phù hợp cho công trình ngầm ngay sau thời điểm hình thành công trình;

➤ Bước 8 - Xác định số lượng cần thiết các chủng loại áp lực (P_i) tác dụng lên công trình ngầm. Tại đây: $i=1:n$; n - Số lượng lớn nhất các chủng loại áp lực tác dụng lên công trình ngầm cần phải xem xét trong những trường hợp thiết kế, tính toán công trình ngầm cụ thể;

➤ Bước 9 - Xác định quy luật, mức độ ảnh hưởng của các chủng loại áp lực khác nhau trong quá trình tác dụng lên công trình ngầm trong không gian và theo thời gian;

➤ Bước 10 - Xây dựng mô hình tổ hợp áp lực tác dụng lên công trình ngầm:

$$P=F(P_1, P_2, \dots, P_n). \quad (1)$$

Tại đây: P - Giá trị tổ hợp các áp lực tác dụng lên công trình ngầm, MN/m^2 ; $P_1, P_2, \dots, P_n$ - Các chủng loại áp lực khác nhau tác dụng lên công trình ngầm, MN/m^2 ; n - Số lượng lớn nhất các chủng loại áp lực cần phải xem xét; F - Mô hình liên kết "n" chủng loại áp lực khác nhau tác dụng lên công trình ngầm và các mối quan hệ của chúng.

Trong trường hợp riêng, đơn giản nhất, khi các chủng loại áp lực khác nhau tác dụng lên công trình ngầm có đặc tính độc lập với nhau, không phụ thuộc vào nhau, không ảnh hưởng lẫn nhau thì giá trị tổ hợp các áp lực tác dụng lên công trình ngầm " P " có thể xác định theo công thức:

$$P=(P_1+P_2+\dots+P_n). \quad (2)$$

➤ Bước 11 - Xác định "áp lực ngầm tiêu chuẩn" (P_{tc}) tác dụng lên công trình ngầm. Tất cả các chủng loại áp lực xác định tại các bước trên đây sẽ hình thành đại lượng "áp lực ngầm tiêu chuẩn" (P_{tc}) tác dụng lên công trình ngầm;

➤ Bước 12 - Xác định "áp lực ngầm thực tế" (P_{tt}) tác dụng lên công trình ngầm. Đại lượng "áp lực ngầm thực tế" (P_{tt}) tác dụng lên công trình ngầm sẽ xác định theo mối quan hệ:

$$P_{tt}=(P_{tc}.k_{qt}). \quad (3)$$

Tại đây: k_{qt} - Hệ số quá tải (hệ số vượt tải, hệ số tin cậy,...) xác định theo chủng loại công trình ngầm và những điều kiện xây dựng thực tế.

➤ Bước 13 - Kiểm tra lại mức độ xác thực của "áp lực ngầm thực tế" " P_{tt} " tác dụng lên công trình ngầm thông qua các công tác đo đạc những biểu hiện định lượng trạng thái "ứng suất-biến dạng" của mặt lộ khối đất đá bao quanh công trình ngầm và kết cấu của công trình ngầm. Tại đây có thể xảy ra ba trường hợp:

✦ Trường hợp thứ nhất - Đại lượng "áp lực ngầm thực tế" " P_{tt} " dự báo tác dụng lên công trình ngầm theo công thức (3) lớn hơn giá trị đại lượng "áp lực ngầm" xuất hiện trên thực tế;

✦ Trường hợp thứ hai - Đại lượng "áp lực ngầm thực tế" " P_{tt} " dự báo tác dụng lên công trình ngầm theo công thức (3) tương đương giá trị đại lượng "áp lực ngầm" xuất hiện trên thực tế;

✦ Trường hợp thứ ba - Đại lượng "áp lực ngầm thực tế" " P_{tt} " dự báo tác dụng lên công trình ngầm theo công thức (3) nhỏ hơn giá trị đại lượng "áp lực ngầm" xuất hiện trên thực tế;

➤ Bước 14 - Khi xảy ra trường hợp thứ nhất tại Bước 13. Điều này có nghĩa: mức độ ổn định của khối đá bao quanh và khả năng chịu tải của các kết cấu công trình ngầm đã chọn lớn hơn các nhu cầu đòi hỏi của thực tế. Khi đó, cần xác định lại đại

lượng "áp lực ngầm thực tế" " P_{tt} " dự báo tác dụng lên công trình ngầm theo công thức (3) theo xu hướng giảm xuống và sử dụng những kết cấu chống giữ công trình ngầm có các khả năng chịu tải thấp hơn;

➤ Bước 15 - Khi xảy ra trường hợp thứ hai tại Bước 13. Điều này có nghĩa: mức độ ổn định của khối đá bao quanh và khả năng chịu tải của các kết cấu công trình ngầm đã chọn thỏa mãn các nhu cầu đòi hỏi của thực tế. Khi đó, đại lượng "áp lực ngầm thực tế" " P_{tt} " dự báo tác dụng lên công trình ngầm theo công thức (3) thỏa mãn các điều kiện vận hành của hệ thống "khối đất đá-công trình ngầm" trên thực tế;

➤ Bước 16 - Khi xảy ra trường hợp thứ ba tại Bước 13. Điều này có nghĩa: mức độ ổn định của khối đá bao quanh và khả năng chịu tải của các kết cấu công trình ngầm đã chọn nhỏ hơn các nhu cầu đòi hỏi của thực tế. Khi đó, cần xác định lại đại lượng "áp lực ngầm thực tế" " P_{tt} " dự báo tác dụng lên công trình ngầm theo công thức (3) theo xu hướng tăng lên và sử dụng những kết cấu chống giữ công trình ngầm có các khả năng chịu tải cao hơn để có thể đảm bảo trạng thái làm việc an toàn cho hệ thống "khối đất đá-công trình ngầm".

7. Về một phương pháp dự báo "áp lực ngầm"

Kết quả nghiên cứu thống kê hơn 100 vụ sụt lở tại nóc các đường lò dọc vỉa thi công trong một số loại đá khác nhau tại Công ty than Mạo Khê, Công ty than Thống Nhất và Công ty than Khe Châm [2] cho thấy: "áp lực ngầm" phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố thuộc môi trường và kết cấu chống giữ [3].

Trên cơ sở phương pháp bình phương nhỏ nhất, Võ Trọng Hùng đã xây dựng chương trình tìm các hàm số thực nghiệm đa biến bằng ngôn ngữ lập trình Pascal. Sau khi sử dụng các số liệu đầu vào [2], [3], [4], Võ Trọng Hùng đã tìm ra các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) ba biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A)$, bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, \sigma_n)$, bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, f)$ thể hiện mối quan hệ giữa chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở tại nóc công trình ngầm " B_{ph} " với một số thông số địa cơ học của khối đá bao quanh công trình ngầm. Sau khi so sánh giá trị các hệ số tương quan bội " R_{ij} " của các mô hình hồi quy trong từng nhóm mô hình khảo sát, Võ Trọng Hùng rút ra ba mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) ba biến, bốn biến tốt nhất có các hệ số tương quan bội " R_{ij} " lớn nhất như sau [4]:

➤ Mô hình hồi quy ba biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A)$ tốt nhất thuộc nhóm thứ nhất:

$$B_{ph.1} = a_1 \cdot \alpha^{b_1} \cdot e^{(c_1 \cdot N)} \cdot e^{(d_1 \cdot A)}, m. \quad (4)$$

Tại đây: $a_1=+0,617597$; $b_1=+0,068759$; $c_1=+0,096148$; $d_1=-1,529705$; $R_1=0,987323$; α - Góc cắm của vỉa, độ; N - Số lượng hệ thống khe nứt; A - Khoảng cách giữa các khe nứt, m;

➤ Mô hình hồi quy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, \sigma_n)$ tốt nhất thuộc nhóm thứ hai:

$$B_{ph,2} = a_2 \cdot \alpha^{b_2} \cdot e^{(c_2 \cdot N)} \cdot e^{(d_2 \cdot A)} \cdot \sigma_n^{h_2}, \text{ m.} \quad (5)$$

Tại đây: $a_2=+1,098445$; $b_2=+0,057149$; $c_2=+0,078694$; $d_2=-1,456814$; $h_2=-0,107202$; $R_2=0,989825$; σ_n - Giới hạn bền nén của đất đá, MPa;

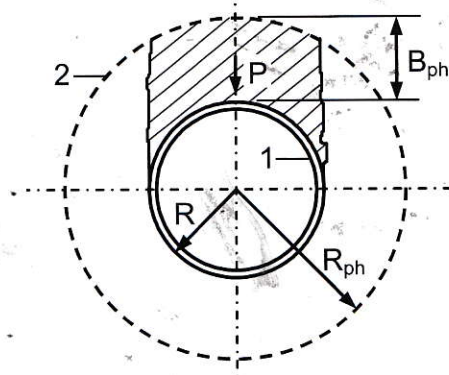
➤ Mô hình hồi quy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, f)$ tốt nhất thuộc nhóm thứ ba:

$$B_{ph,3} = a_3 \cdot \alpha^{b_3} \cdot e^{(c_3 \cdot N)} \cdot e^{(d_3 \cdot A)} \cdot f^{h_3}, \text{ m.} \quad (6)$$

Tại đây: $a_3=+0,826881$; $b_3=+0,065410$; $c_3=+0,075841$; $d_3=-1,465652$; $h_3=-0,119639$; $R_2=0,990080$; f - Hệ số kiên cố của đất đá.

Các mô hình hồi quy ba biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A)$ (4), mô hình hồi quy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, \sigma_n)$ (5), mô hình hồi quy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, f)$ (6) có thể sử dụng để dự báo giá trị chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún phía trên nóc công trình ngầm.

Hình H.3 mô tả vùng đất đá phá hủy, sụt lún bao quanh công trình ngầm và nguyên lý xác định áp lực "P" tác dụng lên kết cấu chống giữ tại nóc do sự hình thành vùng phá hủy, sụt lún với chiều cao "B_{ph}" tại nóc công trình ngầm.



H.3. Sơ đồ xác định chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún "B_{ph}" và áp lực "P" tác dụng tại nóc công trình ngầm: 1 - Kết cấu chống giữ công trình ngầm; 2 - Biên giới vùng đất đá phá hủy, sụt lún bao quanh công trình ngầm; R - Bán kính thi công công trình ngầm; R_{ph} - Bán kính vùng đất đá phá hủy, sụt lún bao quanh công trình ngầm [4]

Việc dự báo giá trị "áp lực ngầm" "P" (hình H.3) tác dụng lên phía trên nóc công trình ngầm có thể thực hiện thông qua mối quan hệ sau đây [4]:

$$P=(\gamma \cdot B_{ph}), \text{ MN/m}^2. \quad (7)$$

Tại đây: γ - Trọng lượng thể tích của đất đá, MN/m³; B_{ph} - Chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún phía trên nóc công trình ngầm, m.

Để dự báo giá trị chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún "B_{ph}" phía trên nóc công trình ngầm có thể sử dụng hàm số nội suy ba biến $B_{ph}=F(\alpha, G, N, A)$ (4), hàm số nội suy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, \sigma_n)$ (5), hàm số nội suy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, f)$ (6).

Từ đây, theo Võ Trọng Hùng, giá trị "áp lực ngầm" "P" (hình H.3) tác dụng theo phương thẳng đứng lên phía nóc công trình ngầm có thể dự báo bằng những công thức sau đây [4]:

$$P = \left\{ \gamma \cdot \left[a_1 \cdot \alpha^{b_1} \cdot e^{(c_1 \cdot N)} \cdot e^{(d_1 \cdot A)} \right] \right\}, \text{ MN/m}^2; \quad (8)$$

$$P = \left\{ \gamma \cdot \left[a_2 \cdot \alpha^{b_2} \cdot e^{(c_2 \cdot N)} \cdot e^{(d_2 \cdot A)} \cdot \sigma_n^{h_2} \right] \right\}, \text{ MN/m}^2; \quad (9)$$

$$P = \left\{ \gamma \cdot \left[a_3 \cdot \alpha^{b_3} \cdot e^{(c_3 \cdot N)} \cdot e^{(d_3 \cdot A)} \cdot f^{h_3} \right] \right\}, \text{ MN/m}^2. \quad (10)$$

Tại đây: γ - Trọng lượng thể tích của đất đá, MN/m³; α - Góc cắm của vỉa, độ; N - Số lượng hệ thống khe nứt; A - Khoảng cách giữa các khe nứt, m; σ_n - Giới hạn bền nén của đất đá, MPa; f - Hệ số kiên cố của đất đá.

8. Kết luận

Vấn đề xác định "áp lực ngầm" tác dụng lên công trình ngầm rất phức tạp và chưa được giải quyết trọn vẹn. Những kết quả xác định "áp lực ngầm" đến nay vẫn chỉ mang tính địa phương, cục bộ và chỉ sử dụng cho những điều kiện rất riêng, mang tính gần đúng, phải chỉnh lý nhiều trên thực tế. Vì vậy, đây vẫn là lĩnh vực quan trọng cần nghiên cứu và hoàn thiện tiếp trong tương lai. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng. Thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội. 2017. 636 trang.
2. Ngô Văn Sỹ. Nghiên cứu một số yếu tố địa cơ của khối đá phục vụ công tác đào chống lò. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ. Bộ Năng lượng. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ. 1995. 71 trang.
3. Võ Trọng Hùng, Nguyễn Phúc Nhân. Ảnh hưởng của khe nứt tới kích thước vùng đất đá phá hủy xung quanh đường hầm. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2. 1996. Tr.6÷8.
4. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu xác định chiều cao vùng phá hủy, sụt lún và áp lực tác dụng lên công trình ngầm. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 6. 2018. Tr.1÷6.

Ngày nhận bài: 15/05/2018

(Xem tiếp trang 33)

hơn độ bền nén của các loại vật liệu trên, tuy nhiên hệ số phá nổ lại nhỏ hơn, điều đó chính tỏ sức kháng phá hủy nổ của đá san hô cao hơn các vật liệu kia. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Б.Н. Кутузов. Методы ведения взрывных работ. Часть I и II. Изд. "Горная книга", Москва. 2008.

2. Đàm Trọng Thắng, Bùi Xuân Nam, Trần Quang Hiếu. Nổ trong ngành mỏ và công trình. Nhà xuất bản KHTN&CNQG, Hà Nội 2015.

3. Đặng Văn Đích, Vũ Đình Lợi. Giáo trình Công sự tập 1. Học viện Kỹ thuật Quân sự. 1995.

Ngày nhận bài: 12/03/2018

Ngày gửi phản biện: 18/04/2018

Ngày nhận phản biện: 20/09/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/01/2019

Từ khóa: mô hình hóa; xử lý số liệu; lý thuyết đồng dạng; hệ số phá nổ; đá san hô; sức kháng phá hủy nổ; đá san hô

SUMMARY

Some areas sea of our country are geological of sedimentary coral rocks. However, the research of some characteristics of sedimentary coral rocks for the explosion resistance in construction and mining purposes are still limited. So the paper is used experimental explosion on a miniature model, combining the analysis of data by the theory of uniformity, alloweds to determine the Kp factor which is characteristic of explosion resistance of sedimentary coral.



1. Tương lai được mua bằng hiện tại. *Samuel Johnson.*

2. Thiên tài không có học giống như bạc trong mỏ. *Benjamin Franklin.*

3. Không có việc gì là quá khó nếu bạn chia nó thành từng việc nhỏ. *Henry Ford.*

4. Trở thành người con thì dễ, làm bổn phận người cha mới khó. *Diderot.*

VTH sưu tầm

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH...

(Tiếp theo trang 61)

Ngày gửi phản biện: 12/06/2018

Ngày nhận phản biện: 26/09/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/01/2019

Từ khóa: áp lực; "áp lực ngầm"; yếu tố ảnh hưởng; công trình ngầm; vùng đất đá phá hủy, sụt lở; hàm số nội suy

SUMMARY

This article presents new research results on the types of pressures that affect underground structures. The author suggests combining the types of pressure applied to underground works into a new concept of "underground pressure". In addition, the author introduces a method of predicting rock pressure acting on underground structures.

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP...

(Tiếp theo trang 20)

SUMMARY

After analyzing the geological conditions, as well as analyzing the current state of the mining technologies and method of controlling the initial roof at some faces of Company 86 of the North East Corporation, the paper has evaluated and synthesized all the method of controlling the initial roof at some faces of Company 86. At the same time, the paper mentions the shortcomings of the method of controlling the initial roof are being applied at some faces of Company 86. The paper proposes appropriate technical solutions to control the initial roof in order to improve the safty level in exploiting the faces. This technical solutions after application in practice has achieved good results, reducing the cycle time in the face in Company 86. They are effective in controlling the initial mine pressure for each area with specific geological conditions.