

ẢNH HƯỞNG CỦA TRẠNG THÁI ĐẤT ĐÁ ĐẾN TÁC ĐỘNG CỦA SÓNG NỔ TRONG ĐẤT ĐÁ BẢO HOÀ NƯỚC

TS. ĐÀM TRỌNG THẮNG

Bộ tư lệnh Binh chủng Công binh

 Đất bảo hòa nước là một môi trường bất lợi nhất đối với công trình đặt trên nó khi chịu tác dụng của sóng chấn động nổ. Hiện nay theo hệ thống tiêu chuẩn nổ chung trên thế giới cũng như của ta, trong công thức tính bán kính nguy hiểm về chấn động đều sử dụng hệ số ảnh hưởng của điều kiện địa chất tại vị trí đặt công trình với giá trị lớn nhất ($K_c=20$) [5], [7]. Điều này phản ánh ở điều kiện địa chất này độ nguy hiểm do tác động của sóng nổ là lớn nhất. Trong thực tế công tác nổ mìn, có nhiều công trình nổ gần khu vực dân cư hoặc cần xác định chính xác được qui mô vụ nổ để đảm bảo qui định về an toàn... Chính những vấn đề này đặt ra trong công tác an toàn nổ là cần phải tính toán chính xác mức độ nguy hiểm của sóng chấn động trong đất đá nói chung và trong đất bảo hòa nước nói riêng. Với loại đất thông thường khi nổ trong mùa mưa hay đất bảo hòa nước nhưng trong mùa khô thì cần xem xét ảnh hưởng của sóng nổ như thế nào? Trong thực tiễn khi quan sát ảnh hưởng của điều kiện khí hậu theo mùa đến các thông số an toàn của sóng chấn động nổ thấy thể hiện sự thay đổi rất rõ rệt. Vấn đề này cũng đang là một trong các hướng khoa học được nhiều nước trên thế giới quan tâm. Kết quả nghiên cứu của ngành cơ học và vật lý đất đá chỉ ra rằng các thông số của sóng nổ liên quan chặt chẽ với trạng thái đất đá, vì vậy việc nghiên cứu mối quan hệ trạng thái đất đá với sóng nổ là việc có ý nghĩa thực tiễn và khoa học.

1. Phân tích ảnh hưởng của cấu trúc đất đá khi chịu tải trọng trong sóng nổ

Khi nghiên cứu tác động cơ học của nổ trong đất đá hay nghiên cứu quá trình lan truyền của sóng nổ, sóng chấn động trong môi trường đất đá cần phải thiết lập quan hệ giữa các đại lượng ứng suất, mật độ hoặc thể tích riêng với một trong các đại lượng nhiệt động lực học (T° hoặc Entropi $S...$). Mối quan hệ này chính là phương trình trạng thái của môi trường đất đá. Để có thể hiểu và áp dụng

nó cần phải phân tích nghiên cứu đặc điểm bản chất kiến trúc của đất đá, từ đó mới cho phép vận dụng hiệu quả.

Đất đá trong tự nhiên được cấu tạo từ ba pha cơ bản là rắn, lỏng, khí. Tùy theo loại đất đá, điều kiện địa chất, thủy văn của nền đất đá mà tỷ lệ và cấu trúc các pha này sẽ khác nhau. Ví dụ đá trên cạn thông thường tỷ lệ pha lỏng rất nhỏ, tỷ lệ pha khí lớn, đá ở dưới nước hay đá bảo hòa nước thì ngược lại.

Đất bảo hòa nước có đặc điểm trong tất cả các lỗ rỗng hay gần như tất cả thể tích lỗ rỗng đều chứa đầy nước. Trong đất bảo hòa nước có thể có hoặc không có thành phần khí, nếu có thành phần khí thì chúng không ở trạng thái tự do mà luôn ở trạng thái nén ép trong các lỗ rỗng. Nói cách khác thành phần không khí trong đất bảo hòa nước luôn ở trạng thái có áp. Tỷ lệ thành phần không khí trong đất bảo hòa nước thường rất nhỏ nhưng lại có ảnh hưởng đáng kể đến tính chất cơ lý chung của môi trường, nhất là khi chịu tải trọng động.

Trong trường hợp tổng quát có thể coi môi trường đất đá nói chung là trường gồm ba pha rắn, lỏng, khí. Tính chất cơ lý của chúng không chỉ phụ thuộc vào thành phần các pha, mà còn phụ thuộc vào trạng thái các pha, không gian, thời gian và các yếu tố tác động bên ngoài khác. Vì vậy việc nghiên cứu tác động cơ học nổ, quá trình lan truyền sóng nổ trong môi trường đất đá cần phải xem xét ảnh hưởng tổng hợp của các yếu tố.

Nếu gọi $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ là hàm lượng tương ứng với các thành phần khí, lỏng, rắn được tính theo thể tích đất bảo hòa nước và ρ_1, ρ_2, ρ_3 là khối lượng riêng hay còn gọi là mật độ của các thành phần tương ứng. Khi đó trong trạng thái tự nhiên, mật độ trung bình của môi trường đất đá ba pha ρ_0 được xác định như sau [5]:

$$\rho_0 = \alpha_1 \rho_1 + \alpha_2 \rho_2 + \alpha_3 \rho_3 = m/V. \quad (1)$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1 \quad (2)$$

Trong đó: m - Khối lượng tổng hợp của ba thành phần; V - Thể tích chung của đất đá.

Mật độ vật liệu được cấu thành từ cốt cứng đạt đến 4 g/cm^3 và hơn nữa. Mật độ của đất đá thì không thể vượt quá mật độ của các khoáng vật thành phần, thông thường dao động từ $1,1$ đến 3 g/cm^3 . Khi tăng mật độ thì độ bền đất đá và sức kháng tác dụng nổ cũng tăng, điều này dẫn đến tăng tiêu tốn năng lượng nổ để đập vỡ và di chuyển đá.

Độ rỗng n của đất đá được xác định theo quan hệ sau:

$$\alpha_1 + \alpha_2 = n \text{ hay } n\% = (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot 100. \quad (3)$$

Hệ số rỗng ε tính theo công thức:

$$\varepsilon = \frac{n}{1-n} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_3} = \frac{\rho_3}{\gamma} - 1 \quad (4)$$

Độ rỗng của đất đá dao động từ $0,1$ đến 50% , thường từ 1 đến 20% . Dưới tác dụng của áp lực thì độ rỗng của đá giảm, ví dụ với sét thì giảm từ 50% đến 7% . Khi tăng độ rỗng thì tốc độ lan truyền của sóng nổ, sóng chấn động, sóng đàn hồi giảm. Khối lượng thể tích của các hạt rắn, γ là:

$$\gamma = \alpha_3 \rho_3 = (1-n) \rho_3 \quad (5)$$

Độ ẩm được tính theo biểu thức:

$$W = \frac{\alpha_2 \rho_2}{\alpha_3 \rho_3} \cdot 100\% \quad (6)$$

Nếu tính toán hàm lượng chất khí theo độ ẩm, mật độ hạt và khối lượng thể tích hạt rắn thì sẽ có biểu thức:

$$\alpha_1 = (1 - \alpha_2 - \alpha_3) = \left(1 - \frac{W \cdot \gamma}{\rho_2} - \frac{\gamma}{\rho_3} \right) \quad (7)$$

Trong ba thành phần cơ bản của đất đá thì không khí có khả năng chịu nén tốt nhất và nước hầu như không chịu nén. Tính chịu nén của hạt rắn phụ thuộc vào cấu tạo và liên kết của các hạt rắn và luôn ở giữa không khí và nước. Do các đặc điểm trên, nên khi chịu tải, đặc biệt là tải trọng động ngắn hạn, không chu kỳ thì phản ứng của các thành phần trong đất sẽ rất khác nhau, phụ thuộc vào tính chất, cường độ, thời gian tác dụng của tải trọng, hàm lượng các thành phần hạt, đặc biệt là tính chất của hạt rắn trong môi trường.

Khi chịu tải trọng tĩnh (nén tĩnh) cả ba thành phần rắn, lỏng, khí của môi trường đồng thời cũng chịu tải dẫn đến sự biến đổi các giá trị α_1 , α_2 , α_3 . Thông thường α_1 , α_2 sẽ giảm do nước, khí bị nén ra khỏi môi trường, còn α_3 sẽ tăng lên.

Khi chịu tải trọng động, đặc biệt là chịu tải trọng nổ thì phản ứng của môi trường khi chịu tải trọng sẽ khác hẳn và chia làm hai giai đoạn:

❖ Giai đoạn đầu khi áp suất dư cường độ vừa phải, với đất bão hoà nước do α_1 rất nhỏ và toàn bộ lỗ rỗng chứa đầy nước có áp, trong khi nước hầu như không chịu nén, nên giai đoạn đầu khả năng chịu tải của môi trường chủ yếu dựa vào thành phần lỏng. Còn với đất chưa bão hoà nước

tồn tại thành phần khí và lỏng ở trạng thái tự do, vì vậy xảy ra sự nén ép của hai thành phần nước và khí, mà chủ yếu là quá trình thu hẹp của thể tích thành phần khí và sức chịu tải môi trường chủ yếu là thành phần rắn;

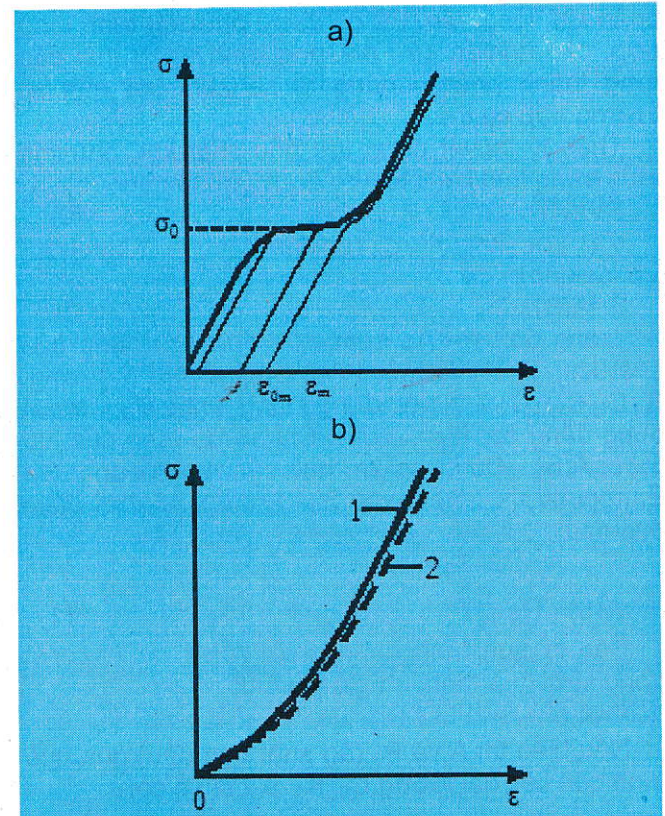
❖ Giai đoạn tiếp theo hoặc khi áp suất dư cực lớn thì thành phần chủ yếu tham gia chịu tải sẽ là pha rắn.

Riêng với đất bão hoà thì hàm lượng khí α_1 có ảnh hưởng rất đáng kể đến tính chịu tải chung của môi trường.

+ Nếu $\alpha_1 \approx 0$ (nhỏ chỉ khoảng một vài phần nghìn)

+ Nếu α_1 lớn (khoảng một vài phần trăm).

Phân tích các thí nghiệm trong phòng đã thu được biểu đồ quan hệ giữa ứng suất và biến dạng của tải trọng động thể hiện như hình H.1 [1], [2], [3].



H.1. Sự phụ thuộc của ứng suất vào biến dạng khi chịu tải trọng động: a - Đất chưa bão hoà nước; b - Đất bão hoà nước; σ_s - Giới hạn đàn hồi; ε_{0m} - Biến dạng dư; 1 - Đường cong gia tải; 2 - Đường cong giảm tải.

Phân tích đồ thị hình H.1 nhận thấy sự khác nhau cơ bản giữa đất bão hoà và chưa bão hoà nước là đường cong $\sigma = \sigma(\varepsilon)$ của đất bão hoà nước là một đường cong liên tục, không có điểm uốn và đạo hàm bậc hai luôn dương.

2. Phương trình trạng thái của môi trường đất bão hoà nước

Tính chất của môi trường khi chịu tải trọng động và qui luật lan truyền của sóng xung kích trong môi trường đó được xác định từ phương trình trạng thái của nó. Phương trình trạng thái của môi trường là quan hệ giữa các đại lượng ứng suất, mật độ hoặc thể tích riêng với một trong các đại lượng nhiệt động lực học (T° hoặc Entropi S ...).

Dạng tổng quát của phương trình có dạng [6]:

$$P=f(p,T) \text{ hoặc } P=\varphi(p,S). \quad (8)$$

Đất đá trong tự nhiên được cấu tạo từ ba thành phần rắn, lỏng, khí. Khi đó để phản ánh chính xác cơ cấu chịu tải của môi trường ta phải coi nó là môi trường ba pha và tính chịu nén của môi trường được xác định bằng khả năng chịu nén của ba thành phần. Vấn đề là làm thế nào để có một phương trình tổng quát từ các phương trình thành phần khí, lỏng, rắn. Để có được phương trình tổng hợp, cần nghiên cứu phương trình trạng thái của từng thành phần. Chúng ta sẽ xem xét một số trường hợp cụ thể.

Theo lý thuyết động lực học chất khí, phương trình trạng thái khí lý tưởng được mô tả dạng [6]:

$$PV=RT \quad (9)$$

Và với khí thực (phương trình Klapeiron-Vendeleep):

$$P=A(S) \cdot \rho^{K_1} \quad (10)$$

Trong đó: P - Áp suất; V - Thể tích riêng của chất khí; T - Nhiệt độ; R - Hằng số khí lý tưởng, $R=C_p-C_v$; C_v - Nhiệt dung đẳng tích; C_p - Nhiệt dung đẳng áp; $K_1=C_v/C_p$ - Chỉ số đa biến của khí thực; $A(S)$ - Độ cứng âm học của môi trường; S - Entropi tại thời điểm xét; S_0 - Entropi tại thời điểm ban đầu.

$$A(S)=Re^{\frac{S-S_0}{C_v}} \quad (11)$$

Nếu là quá trình đoạn nhiệt ta sẽ có $A=const$ trong suốt quá trình, khi đó ta sẽ có:

$$P=A \cdot \rho^{K_1}$$

Nếu biểu thị A và P_0 (áp suất ban đầu) qua quá trình qua các đại lượng C_0 , K_1 , ρ_{01} ta sẽ có:

$$A=\frac{C_{01}^2}{K_1 \cdot \rho_{01}^{K_1-1}} \text{ và } P_0=\frac{C_{01}^2 \cdot \rho_{01}}{K_1} \quad (12)$$

Chú ý các đại lượng p và C biểu thị qua hai chỉ số: Chỉ số đầu kí hiệu là "0" chỉ trạng thái đầu; Chỉ số thứ hai kí hiệu là "1" chỉ môi trường là chất khí.

Từ đó có phương trình trạng thái đối với khí thực trong quá trình đoạn nhiệt có dạng:

$$P=P_0 \frac{C_{01}^2}{K_1 \cdot \rho_{01}^{K_1-1}} \text{ hay} \quad (13)$$

$$P=P_0 \left(\frac{\rho_1}{\rho_{01}} \right)^{K_1-1} \quad (14)$$

Trong đó: P , P_0 - Áp suất ở trạng thái khảo sát và trạng thái ban đầu; C_{01} - Tốc độ lan truyền của sóng âm trong môi trường khí; $K_1=C_p/C_v$ - Chỉ số đa biến; ρ_1 , ρ_{01} - Mật độ khí ở trạng thái khảo sát và trạng thái đầu. Trong điều kiện tiêu chuẩn có $C_1=340$ m/s; $\rho_1=1,27$ kg/m³, $K_1=1,4$.

❖ Đối với chất lỏng phương trình trạng thái có dạng [1]:

$$P=P_0 + \frac{C_{02}^2 \cdot \rho_{02}}{K_2} \left[\left(\frac{\rho_2}{\rho_{02}} \right)^{K_2} - 1 \right] \quad (15)$$

Trong đó: P , P_0 - Áp suất ở trạng thái khảo sát và áp suất ban đầu của khí quyển trên mặt nước; K_2 - Chỉ số đa biến của môi trường nước được xác định bằng thực nghiệm (theo Liakhốp $K_2=3$, Fridric $K_2=7$, Stanhiukovich $K_2=8$); C_{02} - Tốc độ lan truyền của sóng âm trong môi trường lỏng; ρ_2 , ρ_{02} - Mật độ nước ở trạng thái khảo sát và trạng thái đầu. Trong điều kiện tiêu chuẩn có $C_{02}=1500$ m/s; $\rho_{02}=1000$ kg/m³.

Biểu thức (15) chỉ ra rằng, chỉ cần thay đổi ρ_2 rất nhỏ cũng làm cho áp suất tăng lên rất lớn, điều đó phản ánh đúng thực tế là môi trường nước hầu như không chịu nén.

❖ Phương trình trạng thái đối với chất rắn:

Để có được một phương trình trạng thái phản ánh đúng thực chất môi trường là một vấn đề rất khó khăn, vì sự tồn tại các pha trong nó không theo qui luật. Vì vậy để có thể xây dựng phương trình trạng thái cho chất rắn thì người ta đưa ra giả thuyết môi trường rắn là đồng nhất đẳng hướng và không có nước ở các lỗ rỗng... G.M. Liakhốp đã đưa ra phương trình thực nghiệm của thành phần rắn trong đất bão hoà nước có dạng [4], [5]:

$$P=P_0 + \frac{C_{03}^2 \cdot \rho_{03}}{K_3} \left[\left(\frac{\rho_3}{\rho_{03}} \right)^{K_3} - 1 \right] \quad (16)$$

Trong điều kiện tiêu chuẩn có $C_{03}=4500$ m/s; $\rho_{03}=2650$ kg/m³, K_3 - Chỉ số đa biến của môi trường $K_3=3$.

Phân tích phương trình trạng thái của thành phần từng pha (14), (15), (16) nhận thấy phương trình trạng thái của chất lỏng và rắn giống nhau, chỉ khác nhau ở chỉ số đa biến, còn phương trình trạng thái của chất khí cũng có thể đưa về dạng tương tự chất lỏng và chất rắn, vì vậy việc tổng hợp chung một phương trình trạng thái cho môi trường ba pha là hoàn toàn có thể thực hiện được.

Khi giá trị P thay đổi lập tức kéo theo sự thay đổi giá trị các tham số khác như ρ_0 , C_0 và các giá trị α_1 , α_2 , α_3 ...

Giả sử tại một thời điểm t nào đó trong quá trình chịu tải ta có $P=P^*$ và tương ứng với P^* ta sẽ có các giá trị $\alpha_1^*, \alpha_2^*, \alpha_3^*$ (hoặc tính theo V_1^*, V_2^*, V_3^* với $V=1/\rho$) và mật độ chung của cả môi trường sẽ là ρ . Từ biểu thức (14) ta có:

$$\frac{P}{P_{01}} = \left(\frac{\alpha_1^*}{\alpha_{01}} \right)^{K_1} = \left(\frac{V_1^*}{V_1} \right)^{K_1} \quad \text{suy ra} \quad (17)$$

$$\alpha_1^* = \alpha_{01} \left(\frac{P}{P_{01}} \right)^{-1/K_1} \quad (18)$$

Làm các bước tương tự như đối với thành phần lỏng và rắn ta sẽ có:

$$\alpha_2^* = \alpha_{02} \left(\frac{P-P_0}{\rho_{02} C_{02}^2} K_2 + 1 \right)^{-1/K_2}; \quad (19)$$

$$\rho = \rho_0 \left[\alpha_{01} \left(\frac{P}{P_{01}} \right)^{-1/K_1} + \alpha_{02} \left(\frac{K_2(P-P_0)}{\rho_{02} C_{02}^2} + 1 \right)^{-1/K_2} + \alpha_{03} \left(\frac{K_3(P-P_0)}{\rho_{03} C_{03}^2} + 1 \right)^{-1/K_3} \right]^{-1} \quad (22)$$

Phương trình trên có thể rút gọn về dạng:

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \sum_{i=1}^3 \alpha_{0i} \left(\frac{K_i(P-P_0)}{\rho_{0i} C_{0i}^2} + 1 \right)^{-1/K_i} \quad (23)$$

Phương trình (23) đã được kiểm chứng bằng các thí nghiệm trong phòng và ngoài hiện trường, chứng tỏ rằng khá phù hợp với đất bão hoà nước khi chịu tải trọng động, giả thiết môi trường là đẳng hướng (chỉ dùng khi đất yếu, giá trị α_2^* khá lớn và bão hoà hoàn toàn).

4. Phân tích mối quan hệ của thông số sóng nổ với thông số đặc trưng cho môi trường

Để thuận tiện cho việc phân tích ảnh hưởng của đặc tính môi trường đối với thông số của sóng nổ, trên cơ sở phương trình trạng thái (23), tiến hành xây dựng các đường cong $P=P(\rho)$ hay $P=P(V)$ với các α_1^* khác nhau, thể hiện trong H.2.

Từ biểu đồ hình H.2 ta có thể thấy rằng khi áp lực nhỏ và $\alpha_1^* \approx 0$ thì ta có thể xét môi trường như một môi trường lỏng lý tưởng mà bỏ qua ảnh hưởng của thành phần khác.

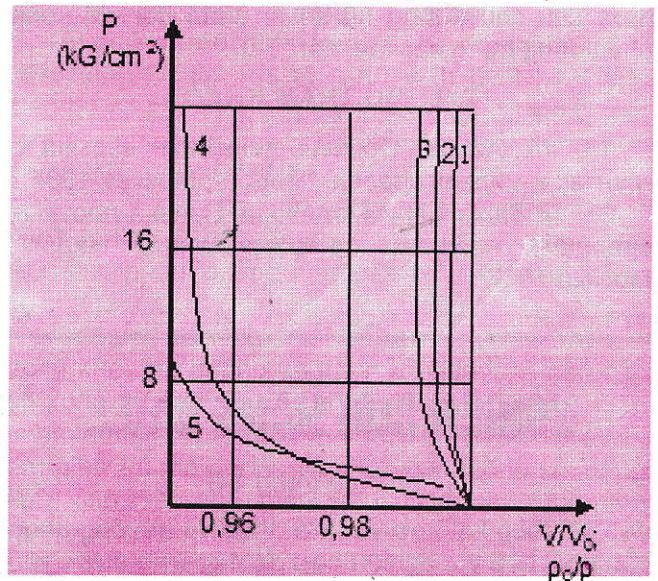
Khi tải trọng áp tác dụng lên môi trường được coi là lớn hoặc cực lớn (gấp hàng trăm đến hàng nghìn lần áp lực tiêu chuẩn), tính chịu nén của môi trường đất bão hoà nước phụ thuộc chủ yếu vào tính chịu nén của thành phần rắn trong môi trường. Hàm lượng thành phần khí trong đá càng lớn thì tính chịu nén của đất càng lớn và áp lực tăng chậm hơn khi giảm mật độ riêng tương đối.

$$\alpha_3^* = \alpha_{03} \left(\frac{P-P_0}{\rho_{03} C_{03}^2} K_3 + 1 \right)^{-1/K_3} \quad (20)$$

Mật độ môi trường sẽ tăng lên khi chịu tải trọng nén, gia số tăng tổng thể bằng gia số tăng thêm mật độ của từng thành phần trong môi trường đó là: $\rho_1(\alpha_{01}-\alpha_1^*)$ với chất khí, $\rho_2(\alpha_{02}-\alpha_2^*)$ với chất lỏng, $\rho_3(\alpha_{03}-\alpha_3^*)$ với chất rắn. Khi đó mật độ của môi trường sẽ là:

$$\rho = \rho_0 \frac{1}{\alpha_1^* + \alpha_2^* + \alpha_3^*} \quad (21)$$

Nếu thay các giá trị $\alpha_1^*, \alpha_2^*, \alpha_3^*$ đã xác định ở trên vào (21) ta có được biểu thức liên hệ giữa áp suất P và mật độ của môi trường, đó chính là phương trình trạng thái của môi trường ba pha cần tìm:



H.2. Biểu đồ phụ thuộc vào áp lực vào thể tích riêng hay mật độ riêng của đất bão hoà nước với các giá trị α_1^* khác nhau: 1, 2, 3, 4 - Các đường cong của đất bão hoà nước tương ứng với α_1^* bằng 0; 0,005; 0,01; 0,04; 5 - Đường cong tương ứng của đất chưa bão hoà nước.

5. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu phân tích ở trên có thể rút ra nhận xét sau:

❖ Khi sóng nổ lan truyền trong một loại đất đá nào đó và đặc biệt trong đất bão hoà nước, biên độ sóng và mức độ nguy hiểm của công trình tại vị trí

khảo sát phụ thuộc vào trạng thái của đất đá, thể hiện bằng hàm lượng các thành phần khí và lỏng trong đất. Khi hàm lượng thành phần khí càng lớn thì làm cho áp lực nổ suy giảm càng nhanh và ngược lại khi hàm lượng thành phần nước càng lớn thì làm cho áp lực nổ suy giảm chậm hơn. Nói cách khác sự tồn tại của nước trong các lỗ rỗng làm cho sóng nổ suy giảm chậm hơn khi ra xa tâm nổ và làm tăng mức độ nguy hiểm ở công trình.

❖ Hàm lượng thành phần khí trong đất bão hòa nước mặc dù rất nhỏ nhưng có ảnh hưởng lớn đến gia tốc suy giảm áp lực nổ tại điểm khảo sát. Thành phần hàm lượng khí và nước lại phụ thuộc mạnh vào khí hậu theo mùa, điển hình là mùa khô và mùa mưa, vì vậy để đánh giá chính xác ảnh hưởng của sóng nổ đến công trình trong đất nói chung và đất bão hòa nước nói riêng thì cần xem xét đến hàm lượng các thành phần nước và khí trong đất.

❖ Từ kết quả nghiên cứu cho phép khuyến cáo trong việc tính toán chính xác mức độ an toàn đối với sóng chấn động cần xem xét đến điều kiện địa chất theo mùa trong thời gian nổ. Khi nổ trong mùa mưa cần chú ý tăng hệ số an toàn đối với sóng chấn động trong các loại đất. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Г.М. Ляхов. Основы динамики взрыва в грунтах и жидких средах. "Недра", Москва 1964.
2. Г.М. Ляхов, Н.И. Поляхова. Воны в плотных средах и нагрузки на сооружения. "Недра", Москва 1967.

3. Г.М. Ляхов. Воны в грунтах и пористых многокомпонентных средах. "Наука", Москва 1982.

4. А.А. Вовк, АГ Смирнов. Динамика водонасыщенных грунтов. Киев 1975;

5. Ханукаев. А.Н. "Физические процессы при отбойке горных пород взрывом". Недра, 1974.

6. Баум Ф.А, Станюкович К.П, Шехтер В.И. Физика взрыва, «Физматлит», Москва. 2002.

7. Nguyễn Quang Trung, Đàm Trọng Thắng, Bài giảng cao học môn học "Công tác nổ". Học viện Kỹ thuật quân sự 2009 và 2012.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The most adverse environmental ground for construction is a saturated water ground when it is impacted of the explosion wave. The level of impact of explosion wave in a saturated water ground depends on the rate of components gases, liquids and solids which make up to ground. Based on the exploiting and establishing the equation of state for saturated water ground to analyzes the effects of state of the rock's specific to the characteristic impact of the explosion wave in saturated and unsaturated water ground.

NGHIÊN CỨU NÂNG CAO...

(Tiếp theo trang 14)

đeo cốt thép kết hợp với lưới thép và bê tông phun cần phải tiếp tục nghiên cứu để đáp ứng được yêu cầu thực tế sản xuất. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công ty Cổ phần Tư vấn đầu tư Mỏ và Công nghiệp (2010), Đầu tư chống lò bằng vi neo chất dẻo, lưới thép kết hợp bê tông phun tại Mỏ than Vàng Danh - Công ty Cổ phần than Vàng Danh - TKV, Hà Nội.
2. Phan Vinh Giới, Đào Văn Canh, Phạm Minh Đức, Đào Quốc Việt, Nguyễn Văn Khải và n.n.k (1996), Nghiên cứu áp dụng thử nghiệm chống lò bằng vi neo chất dẻo cốt thép sản xuất trong nước, Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội.

3. Nguyễn Quang Phích và n.n.k (2011), Nghiên cứu xây dựng và hoàn thiện các mô hình tính toán, thiết kế neo dính kết trong xây dựng mỏ và công trình ngầm, Đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ, Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội.

4. Tổng Công ty Than Việt Nam (2003), Hướng dẫn đào chống lò đá bằng vi neo kết hợp bê tông phun khô ở các mỏ than hầm lò, Hà Nội.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

The paper refers the study results of raising the efficiency using the metal-synthetic material rock bolt with shortscreat and metal net for supporting the underground constructions in Quảng Ninh zone.