ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1994

Seria: GÓRNICTWO z.221 Nr kol. 1256

Wiktor G. KRAWIEC, Aleksy O. WOWK, Natalia IWKINA
Politechnika Kijowska. Ukraina
Józef PARCHAŃSKI
Instytut Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej

PARAMETRY ROBÓT STRZELNICZYCH PRZY WYKONYWANIU PIONOWEJ SZCZELINY KOMPENSACYJNEJ Z SUBSTANCJĄ WYPEŁNIAJĄCĄ

Streszczenie. W referacie rozpatrzono warunki tworzenia pionowej głębokiej szczeliny w masywie skalnym, przeznaczonej dla kompensacji deformacji powierzchni nad wyrobiskami górniczymi. Metoda wykonania szczeliny uwzględnia równoczesne jej wypełnienie wymaganym materiałem w momencie jej rozwarcia. Przytoczono parametry obliczeniowe umieszczania pod warstwą obciążającą, składającą się z substancji wypełniającej szczelinę, pionowych liniowych ładunków materiałow wybuchowych.

PARAMETERS OF BLASTING FOR CREATION OF A GROUTED VERTICAL COMPENSATION SLOT

Summary. In the paper the conditions of creation of a vertical slot in the rock mass were taken under consideration. Such a slot is intended to compense the deformations over mining workings. The method of creation of the slot enables simultaneously filling of the opened slot with a grout. Computational parameters of location of vertical extensed blowing charges under loading layer are determined in this paper.

ПАРАМЕТРЫ ВЗРЫВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ КОМПЕНСИРУЮЩЕЙ ЩЕЛИ С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Резюме. Рассмотрены условия гарантированного образования вертикальной глубокой щели в массиве горных пород, предназначенной для компенсации деформации поверхности над горными выработками. Метод устройства щели предусматривает одновременное ее заполнение требуемым материалом в момент расширения полостей. В реферате приведены расчетные параметры заложения вертикальных линейных зарядов под пригрузочным слоем, состоящим из заполнителя.

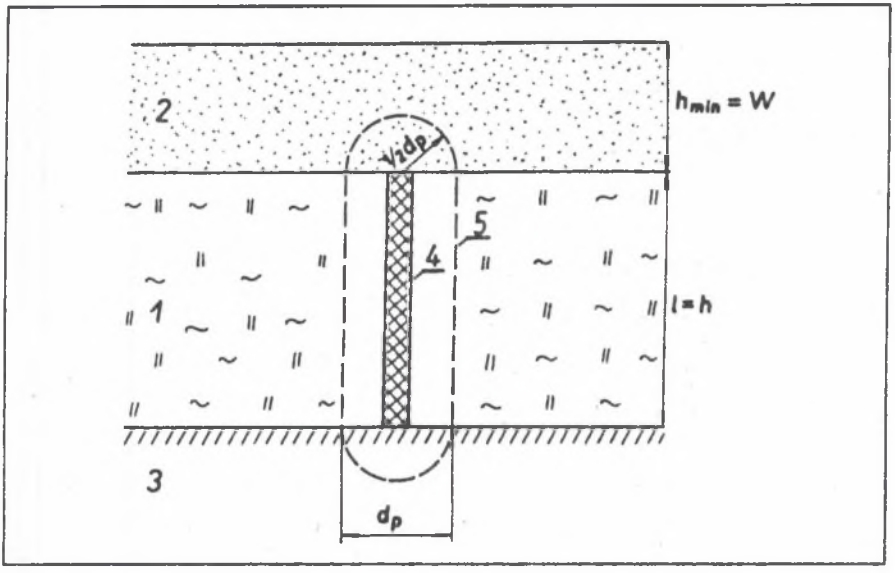
Jedną z metod ograniczenia deformacji powierzchni terenu przed wpływami eksploatacji podziemnej, profilaktyki antysejsmicznej lub przeciwfiltracyjnej, jest metoda wykonania w skałach nadkładowych pionowych szczelin kompensacyjnych. Metoda szczelin kompensacyjnych polega na wykonaniu w skałach szczeliny i wprowadzeniu w nią odpowiedniego materiału, np. roztworu gliny, mieszaniny pianowej lub materiału sypkiego i porowatego.

Technologia formowania wymienionego obiektu inżynieryjnego w postaci szczeliny kompensacyjnej, określanej również "ścianą w gruncie", może być wykonywana sposobem mechanicznym lub techniką strzelniczą.

Sposób mechaniczny polega na wydrążeniu lub wywierceniu w skałach nadkładowych wąskiej szczeliny, a następnie zapełnieniu jej odpowiednim materiałem. W przypadku prowadzenia prac w górotworze niestabilnym usuwanie skał (podczas wykonania szczeliny) należy prowadzić pod warstwą masy wypełniającej (roztworu gliny), celem zapobieżenia obsypywania lub osuwania się ścianek pionowej szczeliny.

Technologia z zastosowaniem robót strzelniczych polega na wykonaniu szczeliny za pomocą wybuchu systemu liniowych ładunków MW. Ładunki umieszcza się w sieci liniowo, pionowo nawierconych w odpowiedniej odległości i odpowiedniej wielkości (średnica, długość) otworów strzałowych. Podczas wybuchu MW ciągłość skały, oddzielającej poszczególne otwory strzałowe, ulega zniszczeniu wzdłuż tworzących cylindrycznych otworów, wskutek czego powstaje szczelina. Ścianki pionowych otworów, a następnie szczelina wykonują ruch pulsujący (rozwieranie - zamykanie), wskutek czego część deformowanego masywu skalnego ze ścianek powstającej szczeliny osuwa się do jej wnętrza. Ażeby temu zapobiec, należy po rozwarciu się szczeliny do czasu jej zamknięcia

wprowadzić w nią materiał wypełniający. Możliwe jest wykorzystanie w tym celu siły grawitacji, jednakże wybuch musi zachodzić pod warstwą materiału wypełniającego [1, 2, 3], którym przykryte zostają załadowane MW otwory. W momencie pulsacji szczeliny materiał wypełniający powinien osunąć się w nią poprzez jej górną część kontaktującą się z warstwą nasypową tegoż materiału (rys. 1).



Rys. 1. Schemat dla obliczeń minimalnej, dopuszczalnej grubości warstwy nasypowej (namywanej) h min w warunkach kamufletowego oddziaływania wybuchu wydłużonego pionowego ładunku:
1 - warstwa gruntu deformowanego; 2 - warstwa nasypowa (namywna); 3 - skały podłoża;
4 - ładunek MW; 5 - granica szczeliny w stanie ostatecznym

Fig.1. The diagram for computation of minimal acceptable thickness of apparent (silted-up) layer h min in conditions of interaction with non-breakout explosion of vertical extensed blowing charge:
1 - layer of deformated ground, 2 - apparent (silted-up) layer, 3 - rock base, 4 - blowing charge, 5 - border of a slot in final condition

Minimalna grubość warstwy pokrywającej linię otworów strzałowych h min określana jest, po pierwsze, z warunku zabezpieczenia kamufletowości oddziaływania wybuchu (pojęcie kamufletowości rozumiemy brak efektu wyrzutu gruntu z warstwy

przykrywającej) i, po wtóre, z warunku dostatecznej objętości wypełniacza nad linią otworów strzałowych w celu prawidłowego formowania się "ściany w gruncie" w zakresie projektowanych parametrów. Zakładamy również, że długość wydłużonego ładunku MW jest równa długości otworu strzałowego w perforowanym górotworze (bez warstwy materiału nasypowego lub namywanego). Objętość gazów, tworząca się w wyniku wybuchu wydłużonego ładunku MW, jest przedstawiona na rys. 1 linią przerywaną (5). Linia ta określa również szerokość rozwarcia się (średnicę) szczeliny, co jest zgodne z wynikami badań doświadczalnych [4].

Kamufletowość oddziaływania wybuchu i tworzenie się w warstwie masy nasypowej leja zapadliskowego zapewnia warunek:

$$p_k \leq p_{kr} \tag{1}$$

gdzie: p_k - ciśnienie gazów powybuchowych na ściany szczeliny w jej końcowym stanie;
p_{kr} - pewne krytyczne ciśnienie gazów powybuchowych w stanie końcowym, przy którym zapewnione jest tworzenie się w powierzchni warstwy nasypowej leja zapadliskowego wskutek wypełnienia się szczeliny wypełniaczem.

Ciśnienie gazów powybuchowych określamy przyjmując zasadę rozprężania się ich wg dwóch zbiegających się izentrop. Pomijając procesy wymiany ciepła i masy, otrzymujemy wyrażenie p_k w postaci:

$$p_k = A\left[\frac{4\cdot l\cdot C_l}{\Pi\cdot d_p^2\cdot(1+\frac{2}{3}\cdot d_p)}\right]^{n_o} + B\left[\frac{4\cdot l\cdot C_l}{\Pi\cdot d_p^2\cdot(1+\frac{2}{3}\cdot d_p)}\right]^{\gamma_o+1} \tag{2}$$

gdzie: l - długość ładunku;
C_l - gęstość załadowania otworu;
d_p - średnica szczeliny;
γ_o, A, B, n_o - stałe.

Wielkość p_{kr} w postaci ostatecznej na podstawie [5] przedstawia się następująco:

$$p_{kr} = \frac{0{,}084}{\Pi \cdot d_p^3}(k_o - 1)(\rho_N \cdot g \cdot h_{min} + p_o) \cdot h_{min}^3 \exp\left[6{,}91\left(\frac{2h_{min}}{d_p}\right)^{-\frac{1}{2}}\right] \tag{3}$$

Podstawiając prawe części wyrażeń z równań (2) i (3) dla warunku (1) otrzymamy równanie względem h_{min}:

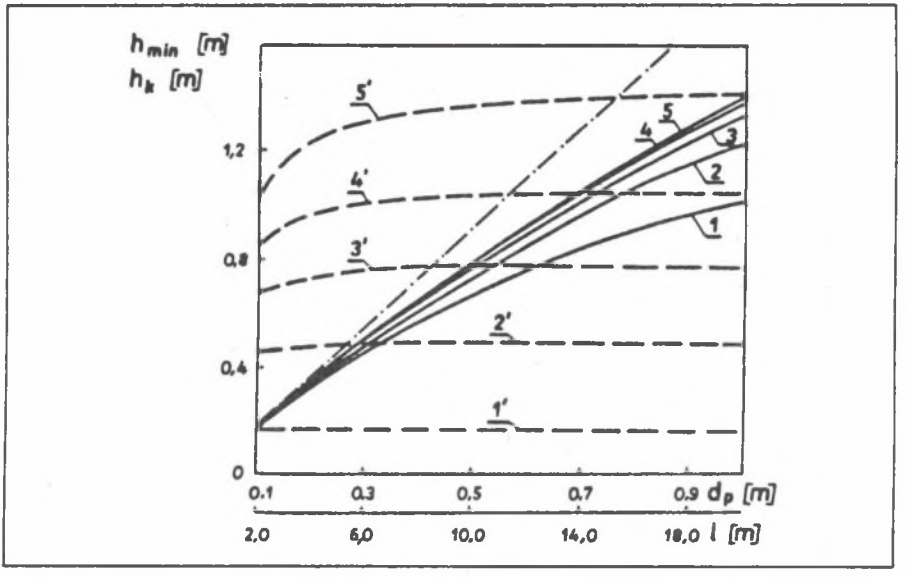
$$A\left[\frac{4 \cdot l \cdot C_l}{\Pi \cdot d_p^2 \cdot (1 + \frac{2}{3} \cdot d_p)}\right]^{n_o} + B\left[\frac{4 \cdot l \cdot C_l}{\Pi \cdot d_p^2 \cdot (1 + \frac{2}{3} \cdot d_p)}\right]^{\gamma_o + 1} =$$

$$= \frac{0{,}084}{\Pi \cdot d_p^3}(k_o - 1)(\rho_N \cdot g \cdot h_{min} + p_o) \cdot h_{min}^3 \exp\left[6{,}91\left(\frac{2h_{min}}{d_p}\right)^{-\frac{1}{2}}\right] \tag{4}$$

Rozwiązanie równania (4) w odniesieniu do h_{min} w postaci jawnej jest niemożliwe, dlatego zostało rozwiązane metodą kolejnych przybliżeń. Za pomocą równania (4) badano wpływ szerokości (średnicy) rozwarcia się szczeliny d_p, długości ładunku l i typu MW na wielkość h_{min}.

Rys. 2 przedstawia zależności $h_{min} = f(d_p)$ dla różnych wielkości l (linia ciągła) oraz zależności $h_{min} = f(l)$ dla różnych d_p (linia przerywana), a rys. 3 zależności $h_{min} = f(l)$ przy $d_p = 0{,}5$ m dla różnych typów MW.

Jak widać z wykresów, największy wpływ na wielkość minimalnie dopuszczalnej grubości nasypnej (namywnej) warstwy h_{min} mają szerokość (średnica) szczeliny d_{min} i typ MW. Ze wzrostem wartości d_p wartość h_{min} rośnie, co najwyraźniej związane jest ze wzrostem gęstości załadowania otworu C_l wg zasady $C_l \sim d^2_p$. Natomiast długość ładunku l w znacznie mniejszym stopniu wpływa na wielkość h_{min}. Wpływ ten zauważalny jest dla małych wartości l, jak również przy zwiększeniu d_p.

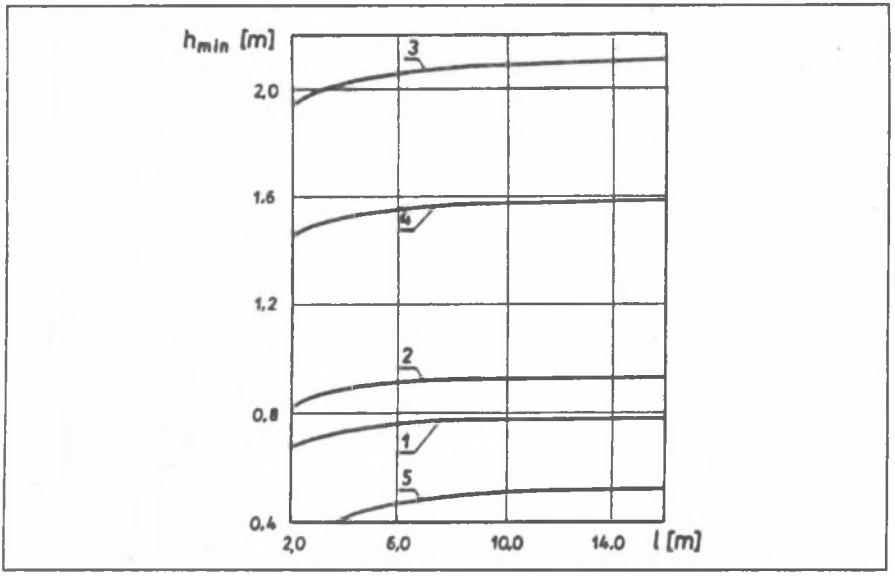


Rys. 2. Zależności minimalnie dopuszczalnej grubości nasypnej (namywnej) warstwy h_{min} od szerokości rozwarcia się szczeliny - linie ciągłe i od długości ładunku (długości szczeliny) - linie punktowe: 1,2,3,4,5 odpowiednio dla l = 2,4,8,12 i 16 m; 1',2',3',4',5' odpowiednio dla d = 0,1; 0,3; 0,5; 0,7 i 1,0 m; —·— $h_k = f(d_p)$ odpowiednio z zależności (1)

Fig.2. Dependences of minimal acceptable thickness of apparent (silted-up) layer and diameter of the slot (solid lines) on the length of blowing charge (length of the slot) - dotted lines: 1, 2, 3, 4, 5 - by l = 2, 4, 8, 12 and 16 m respectively 1', 2', 3', 4', 5' by d_p = 0.1; 0.3; 0.5; 0.7 and 1.0 m respectively; —·— h_k = f(dp) respectively from the dependence (1)

Analiza równania (4) i zamieszczonych na rys. 2 i 3 zależności prowadzi do wniosków, że zasada podobieństwa geometrycznego dla danego zadania nie sprawdza się. Jest to związane z pominięciem w obliczeniach masy nasypu i w równaniu stanu gazów - produktów detonacji. Z tego też powodu otrzymanie zależności typu (2) dla obliczeń h_{min} jest niemożliwe.

Dla trotylu minimalna grubość warstwy przykrywającej (piasku) waha się w przedziale od h_{min} = 1,01 d_p dla l = 2,0 m i d_p = 1,0 m do h_{min} = 1,7 d dla d_p = 0,1 m i dowolnym l. Uwzględniając typ MW rozrzut wyników jest jeszcze większy. Maksymalną wielkość h_{min} = 4,22 d_p otrzymano dla gramonitu 79/21 dla d_p = 0,5 i l = 16,0 m.



Rys. 3. Zależności $h_{min} = f(l)$ dla różnych typów MW dla $d_p = 0,5$ m:
1 - trotyl; 2 - amonit Nr 6 ŻW; 3 - gramonit 79/21;
4 - igdanit; 5 - granulit AS-8

Fig.3. The dependences $h_{min} = f(l)$ for different types of blasting materials by d = 0.5 m:
1 - Trinitrotoluene, 2 - Ammonite Nr 6 ŻW; 3 - Grammonite 79/21;
4 - Igdanite; 5 Granulite AS-8

LITERATURA

[1] Imiołek R.: Upłotnienije wodonasyszczennych gruntow wzrywami udliniennych zarjadow. Osnowanija, fundamenty i mechanika gruntow, Nr 4, s. 24-26, 1992.

[2] Dembicki E., Kisielowa N., Imiołek R.: Zakres technologii zagęszczania gruntów metodą wybuchów na terenie budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu, Inżynieria, Nr 5, s. 18 - 25, Moskwa 1987.

[3] Krawiec W.G.,Griienko N.S., Demeszczuk L.I.: Formirowanije inżeniernych swojstw gruntow wzrywnymi metodami. Naukowaja Dumka, Kijew 1983.

[4] Aduszkin W.W., Koszczij S.A.: O zawisimosti razmierow kotłowoj połosti ot udlineniji cilindriczeskich zarjadow. Wzywnoje dieło Nr 81/38, s. 61-71, Nedra, Moskwa 1979.

[5] Aduszkin W.W., Pernik L.M.: Prowalnyje woronki pri podziemnych wzrywach w słaboswjazannych gruntach. FGW., Nr 3, s. 97-104, 1978.

Recenzent: Doc. dr inż. Marian KAWULOK

Wpłynęło do Redakcji w czerwcu 1994 r.

Abstract

In the paper the conditions of creation of a vertical slot in the rock mass were taken under consideration. Such a slot is intended to compense the deformations over mining workings. The method of creation of the slot enables simultaneously filling of the opened slot with a grout. In aim to obtain better compensation properties, the grout is placed over the boreholes - Figure 1 - and after blasting it falls dawn graviationally. The minimal thickness of the cover layer h_{min} is determined from condition for non-breakout explosion, equations (1), (2), (3), and from condition for sufficient grout volume. With the use of equation (4) were investigated influence of slot brightness (diameter) d, length of the charge l, and type of blasting material on the h_{min} parameter.

The obtained results are presented on Figures 2, 3, and 4.