

Kazimierz PODGÓRSKI
Henryk KLETA
Mirosław Dariusz CHUDEK

WPLYW PODPORNOŚCI OBUDOWY NA ZACISKANIE WYROBISKA KORYTARZOWEGO

Streszczenie. W pracy dokonano prób budowy modelu opisującego mechanizm przemieszczania się skał, otaczających wyrobisko korytarzowe w zależności od czasu i wielkości podporności obudowy. Analizę przeprowadzono znając wyniki szeregu pomiarów prowadzonych w wyrobiskach korytarzowych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników pomiarów, przyjęto model obliczeniowy, który zezwala na prognozę wielkości zaciśnięcia obudowy przy założonej jej podporności oraz znanych parametrach charakteryzujących własności górotworu.

Przeprowadzone rozważania umożliwiają ocenę długości odcinka wyrobiska bez obudowy przy jego drażeniu kombajnem.

1. WSTĘP

Wraz ze wzrostem głębokości lokalizacji wyrobisk górniczych występuje zwiększone ich zaciśkanie. W celu badania zjawisk zachodzących w otoczeniu wyrobisk korytarzowych prowadzone są między innymi pomiary przemieszczeń skał, których interpretacja służy do budowy modeli górotworu.

W dotychczasowych modelach przyjmowano górotwór, jako ośrodek nieściśliwy lub odkształcalny w zakresie sprężystym.

Prowadzone pomiary i obserwacje w kopalniach wykazują, że w procesie spękań górotworu w otoczeniu wyrobiska uwidacznia się znaczny wzrost objętości skał, co powoduje zwiększone zaciśkanie wyrobisk korytarzowych. W wyniku zastosowania obudowy o większej podporności ulega zmniejszeniu zaciśkanie wyrobiska. Uwzględnienie zmian objętości skał, biorących udział w procesie zaciśkania wyrobiska, rzutuje w znacznym stopniu na poprawność przyjętego modelu górotworu.

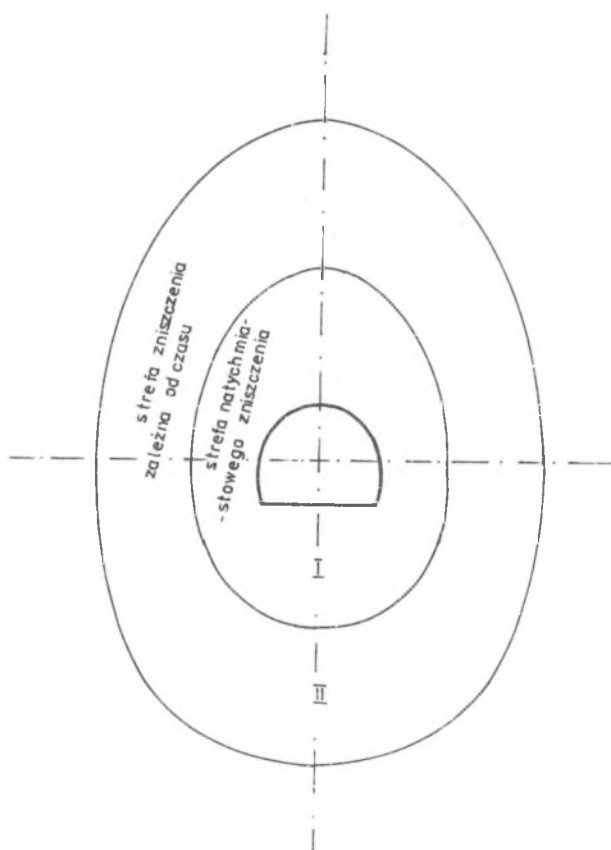
2. MODELOWANIE ZACHOWANIA SIĘ GÓROTWORU W OTOCZENIU WYROBISK GÓRNICZYCH

Złożoność procesu deformowania się masywu skalnego w otoczeniu wyrobisk korytarzowych wynika z wpływu wielu czynników decydujących o przeje-

wach ciśnienia górotworu i jego intensywności. Prowadzone prace nad znalezieniem odpowiednich modeli, fizycznego i mechanicznego górotworu, mają na celu jak najwierniejsze odwzorowanie zachowania się górotworu w otoczeniu wyrobisk górniczych.

Analiza wielu stosowanych modeli wskazuje, że przyjmowane powszechnie uproszczenia tak dalece odbiegają od rzeczywistości, iż pod znakiem zapytania stawiają uzyskiwane rozwiązania. Tak więc obecnie z punktu widzenia praktyki górniczej uważa się za bardziej celowe stosowanie metod prognozowania stateczności wyrobisk korytarzowych będących efektem połączenia wyników badań dołowych z rozwiązaniami teoretycznymi.

Obserwacje i pomiary prowadzone w górotworze skłaniają do przyjęcia, że na średnich i dużych głębokościach wokół wyrobiska tworzy się obszar,

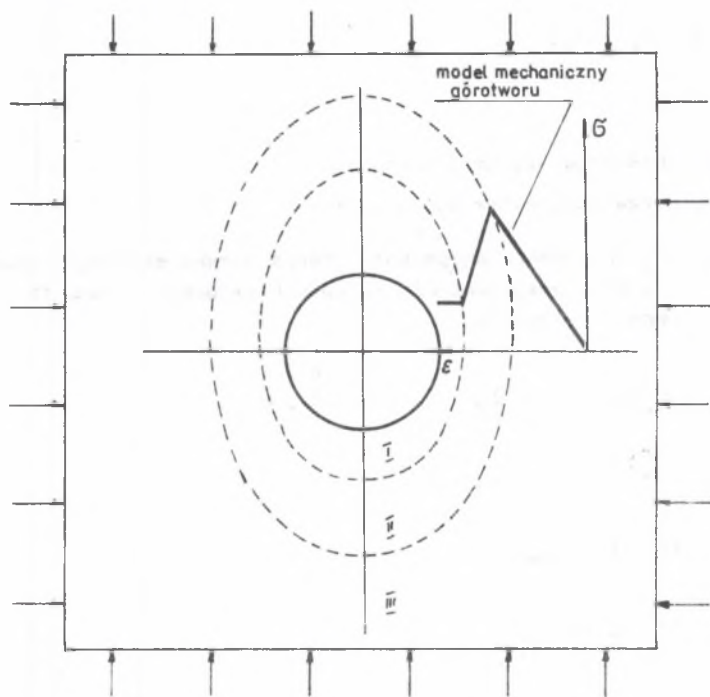


Rys. 1. Charakterystyka obszarów odkształceń niesprężystych w otoczeniu wyrobiska

Fig. 1. Characteristics of non-elastic deformation zones in the vicinity of a roadway

który najczęściej przedstawić się w postaci strefy natychmiastowego krucho-go zniszczenia skał przechodzącej w pewnej odległości od wyrobiska, w strefę zniszczenia zależnej od czasu (rys. 1). Taki przyjęty model górotworu odpowiada charakterystyce $\sigma - \varepsilon$ skał, która obrazuje postępujący w głąb górotworu proces niszczenia struktury skał na skutek zwiększenia i koncentracji naprężeń i wynikającego stąd przyrostu deformacji. Uproszczony model mechaniczny uwzględniający przyjętą dla górotworu charakterystykę $\sigma - \varepsilon$ przedstawia tarczę z otworem w kształcie wyrobiska kołowego, obciążoną z zewnątrz ciśnieniem pierwotnym, a od wewnątrz wyrobiska reakcją obudowy.

Zmienność własności górotworu w obrębie wyrobiska (rys. 2) przedstawiają odcinki idealizowanej charakterystyki $\sigma - \varepsilon$. Mając na uwadze, że wiel-



Rys. 2. Uproszczony model mechaniczny górotworu w otoczeniu wyrobiska ko-rytarzowego

Fig. 2. Simplified mechanical model of the rock mass around the roadway

kość obciążenia obudowy wyrobiska zależy od stopnia wzrostu objętości skał otaczających przyjęto, że stopień deformacji masywu skalnego w ob-
szarze niesprężystym opisuje równanie:

$$r \frac{d\varepsilon_t'}{dr} + 2(\varepsilon_t' + \varepsilon_t'') = f(r, \Delta V) \neq 0 \quad (1)$$

gdzie:

- ε_t'' - odkształcenia obwodowe sprężyste,
 ε_t' - odkształcenie obwodowe niesprężyste,
 $f(r, \Delta V)$ - funkcja charakteryzująca stopień zniszczenia skał wokół wyrobiska,
 r - odległość od wyłomu wyrobiska,
 ΔV - przyrost objętości skał w procesie deformacji.

W oparciu o przyjętą charakterystykę $\sigma - \varepsilon$ wielkość obwodowych odkształceń niesprężystych [2] w odległości $r = r_1$ wynosi:

$$\varepsilon_t' = \frac{1}{E_0} (R_C - R_C^0) \quad (2)$$

gdzie:

- R_C - wytrzymałość skały na ściskanie,
 R_C^0 - tzw. szczątkowe wytrzymałość skały.

Zasięg strefy natychmiastowego zniszczenia masywu skalnego wyznacza się z równ. (1), przy uwzględnieniu warunku brzegowego równ. (2), co przedstawia równanie o postaci:

$$\frac{1}{r_1^2} \xi_1 + \varepsilon_t'' \left(\frac{r_2^2}{r_1^2} - 1 \right) - \frac{1}{r_1^2} \xi_2 - \frac{R_C - R_C^0}{E_0} = 0 \quad (3)$$

gdzie:

$$\xi_1 = \int f(r, \Delta V) dr \Big|_{r=r_1}$$

$$\xi_2 = \int f(r, \Delta V) dr \Big|_{r=r_2}$$

Natomiast zasięg strefy czasowego zruśnięcia wyznaczyć można z układu równań równowagi naprężeń i równania (3)

$$\frac{dF_1}{dr} - (1 + 2\lambda) \frac{F_1}{r} - \frac{R_C^0}{2\lambda} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{dF_2}{dr} - (1 + 2\lambda) \frac{F_2}{r} + E\varepsilon_t' - R_C = 0$$

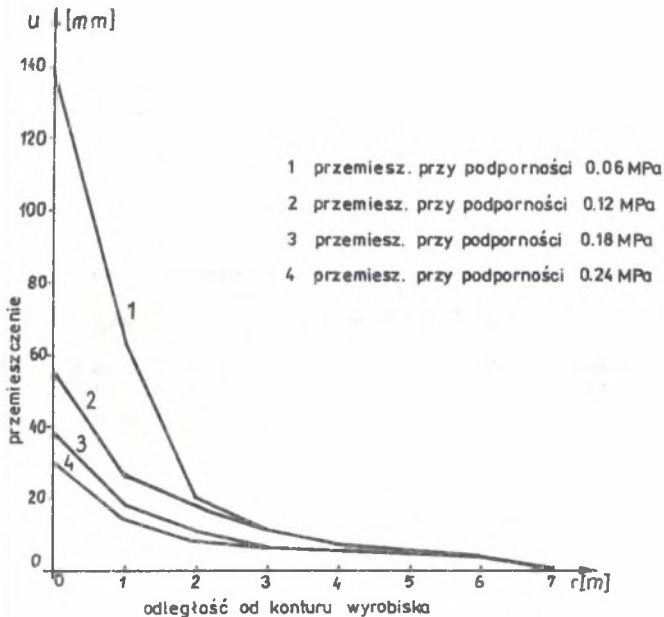
gdzie:

F_1, F_2 - funkcje naprężeń odpowiednio w strefie I i II zniszczenia masywu skalnego.

Jak wynika z powyższych zależności, efektywne rozwiązanie przyjętego modelu górotworu związane jest z określeniem postaci funkcji charakteryzującej stopień zniszczenia skał, w otoczeniu wyrobiska. Postać tej funkcji proponuje się określić w zależności o analizę przemieszczeń skał otaczających wyrobisko.

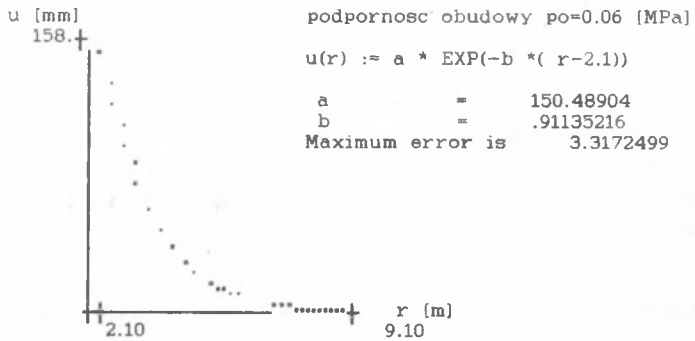
3. WPŁYW PODPORNOCI OBUDOWY NA KSZTAŁTOWANIE SIĘ PRZEMIESZCZEŃ SKAŁ OTACZAJĄCYCH WYROBISKO KORYTARZOWE

Podstawowy wpływ na wielkość zaciśnięcia wyrobiska i obciążenia jego obudowy posiada stopień zniszczenia skał otaczających wyrobisko. Występujące przemieszczenia masywu skalnego powodują rozwarstwienie warstw, a tym samym wzrost objętości skał w strefie niesprężystej. Kształtowanie się przemieszczeń skał w otoczeniu wyrobiska rozpatrywano, na przykładzie pomiarów [3] wykonanych w wyrobisku, zlokalizowanym na głębokości 960 m. Pomiarzy prowadzone były na odcinkach badawczych, na których zastosowano obudowę o podporności 0,06, 0,12, 0,18 i 0,24 MPa. Przemieszczenia skał mierzono za pomocą reperów konturowych i wgłębnych.

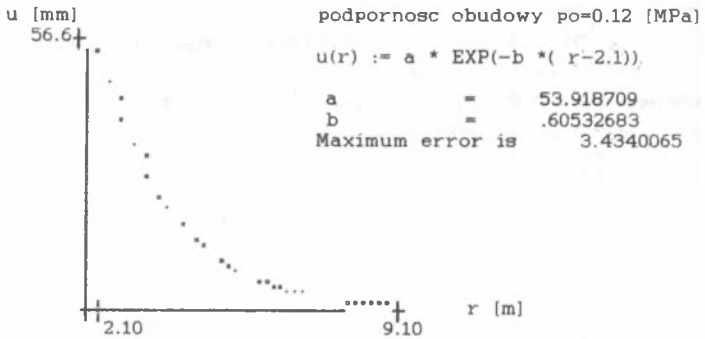


Rys. 3. Wykres przemieszczeń skał w obrębie wyrobiska

Fig. 3. Diagram of displacement of rocks around the roadway



a)



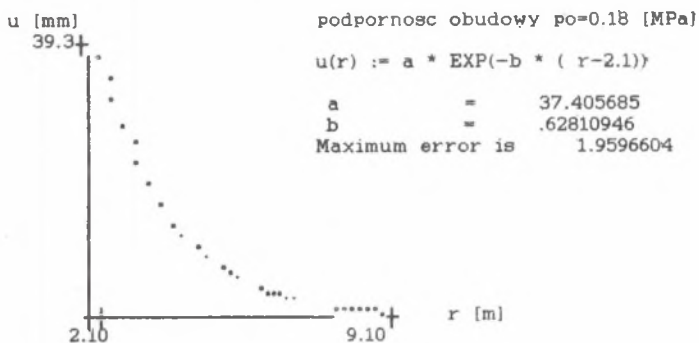
b)

Rys. 4. Wykresy funkcji opisującej przemieszczenia skał przy podpornościach obudowy

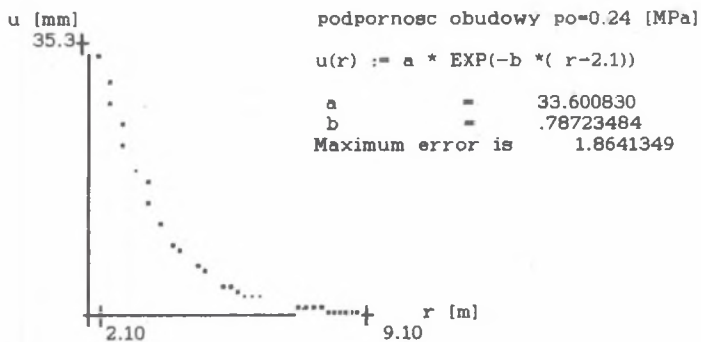
a) $p_0 = 0,06$ MPa, b) $p_0 = 0,12$ MPa

Fig. 4. Diagrams of the function describing displacements of rocks at different load-bearing capacity of the support

a) $p_0 = 0,06$ MPa, b) $p_0 = 0,12$ MPa



c)



d)

Rys. 4. Wykresy funkcji opisującej przemieszczenia skał przy podpornościach obudowy

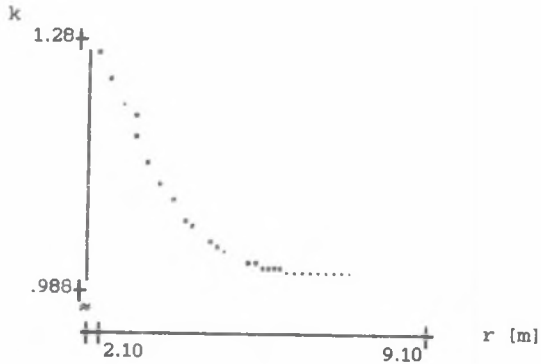
c) $p_0 = 0.18$ MPa, d) $p_0 = 0.24$ MPa

Fig. 4. Diagrams of the function describing displacements of rocks at different load-bearing capacity of the support

c) $p_0 = 0.18$ MPa, d) $p_0 = 0.24$ MPa

wyznaczenie funkcji dylatacji skal
 podpornosc obudowy $p_0=0.06$ [MPa]

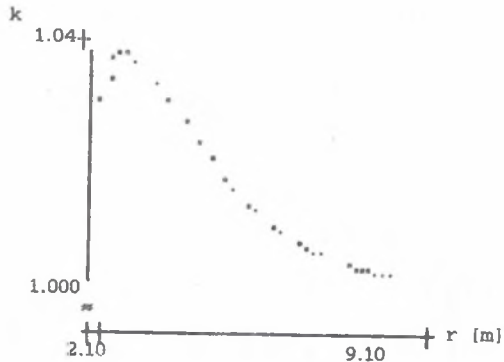
$k(\max)$ = 1.2660173
 r = 2.1000000
 Confidence level = 98.7%



a)

wyznaczenie funkcji dylatacji skal
 podpornosc obudowy $p_0=0.12$ [MPa]

$k(\max)$ = 1.0357993
 r = 2.6729967
 Confidence level = 98.8%



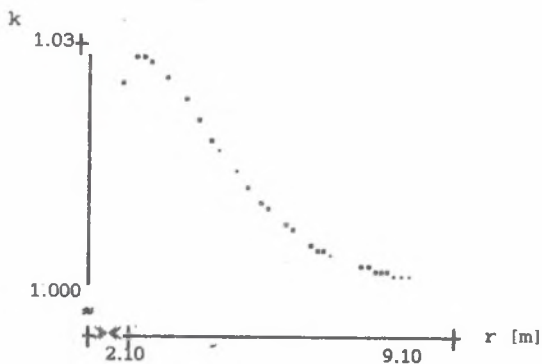
b)

Rys. 5. Wyznaczenie przebiegu funkcji dylatacji skał
 a) dla $p_0 = 0.06$ MPa, b) dla $p_0 = 0.12$ MPa

Fig. 5. Determination of the function of rock dilatancy
 a) for $p_0 = 0.06$ MPa, b) for $p_0 = 0.12$ MPa

wyznaczenie funkcji dylatacji skal
podporność obudowy $p_0=0.18$ [MPa]

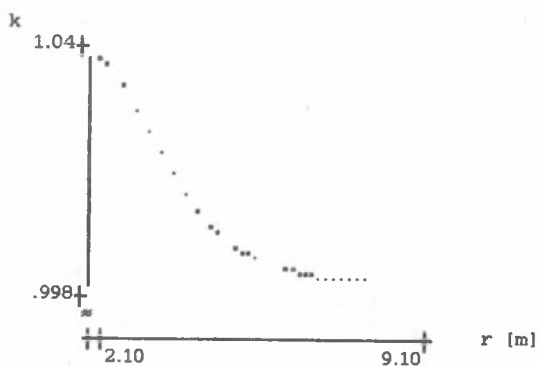
$k(\max)$ = 1.0270331
 r = 2.5760392
Confidence level = 98.8%



c)

wyznaczenie funkcji dylatacji skal
podporność obudowy $p_0=0.24$ [MPa]

$k(\max)$ = 1.0424548
 r = 2.1000000
Confidence level = 98.7%



d)

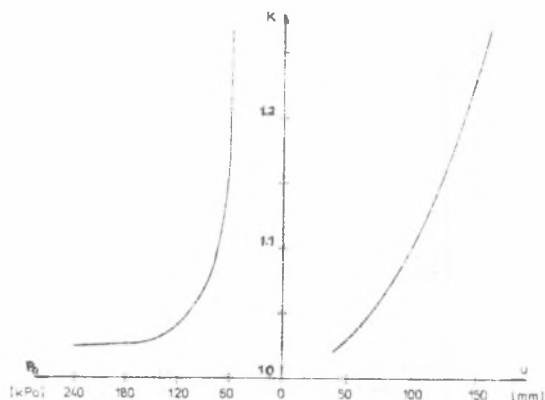
Rys. 5. Wyznaczenie przebiegu funkcji dylatacji skal
c) dla $p_0 = 0.18$ MPa, d) dla $p_0 = 0.24$ MPa

Fig. 5. Determination of the function of rock dilatancy
c) for $p_0 = 0.18$ MPa, d) for $p_0 = 0.24$ MPa

Na rys. 3 przedstawiono kształtowanie się przemieszczeń skał na poszczególnych odcinkach badawczych.

W celu określenia postaci funkcji charakteryzującej stopień zniszczenia skał w otoczeniu wyrobiska przeprowadzono aproksymację wyników pomiarów przemieszczeń oraz określono przebieg funkcji $f(r, \Delta v)$, które przedstawia rozkład dylatacji wokół wyrobiska. Wyniki przeprowadzonej analizy przedstawiają rys. 4 i 5.

W wyniku przeprowadzonej aproksymacji, ustalono zależność stopnia zniszczenia skał od podporności obudowy i przemieszczeń skał, którą przedstawia rys. 6.



Rys. 6. Wykres zależności stopnia zniszczenia skał wokół wyrobiska od podporności obudowy i przemieszczeń

Fig. 6. Plot of the dependence of degree of rock fracturing around a roadway on the displacement and load-bearing capacity of the support

Znając wyznaczoną postać funkcji wpływu podporności obudowy i przemieszczeń skał na stopień zniszczenia skał, staje się możliwym rozwiązanie równania (1), a tym samym określenie zasięgu stref zniszczenia w otoczeniu wyrobiska i obciążenia obudowy dla danego czasu $t = t_0$.

Wykorzystując podane rozwiązanie można modelować kształtowanie się stref zniszczenia skał w otoczeniu wyrobiska, a tym samym określić czas $t = t_1$ po upływie którego, przy drażeniu wyrobiska za pomocą kombajnu, zachodzi konieczność wykonania obudowy.

LITERATURA

- [1] Baoshen L., Roungni Y.: Mechanical model of fractured rock. Proc. of Int. Symp. on Weak Rock. Tokyo 1981.
- [2] Bakłaszow I.W., Kartozja A.T.: Mechanika podziemnych соору́жений i konstrukcji krieplej. Izd. Niedra 1984.

- [3] Czerniak I.L., Burczakow Ju.I.: Uprawlenie gornych dawleniem w podgotowitelnych wyrobokach glubokich ezacht. Izd. Niedra 1984.
- [4] Podgórski K., Kleta H.: Zagadnienie stateczności wyłomu w czasie dręzenia wyrobisk korytarzowych i komorowych na dużych głębokościach. Projekty - Problemy nr 7-8, 1987.
- [5] Podgórski K., Kleta H.: Wpływ zmian objętościowych na zaciśkanie wyrobisk korytarzowych. ZN Pol. Śl., s. Górnictwo z. 134, 1985.
- [6] Walaszczyk J., Danielak Z.: Modelowanie komputerowe zachowania się górotworu w aspekcie prognozowania stateczności wyrobisk korytarzowych. Projekty - Problemy nr 12, 1985.

ВЛИЯНИЕ ОПОРНОСТИ КРЕПИ НА ЗАЖАТИЕ УЗКОЙ ВЫРАБОТКИ

Р е з ю м е

В работе показана проба построения модели описывающей механизм перемещения пород окружающих узкую выработку в зависимости от времени и величины опорности крепи. Анализ проводился на основе результатов ряда измерений производимых в узких выработках.

На основе проведенного анализа результатов измерений построена расчетная модель, которая позволяет прогнозировать величину зажатия крепи при принятой опорности и известных параметрах характеризующих свойства горного массива.

Произведенные рассуждения позволяют оценить длины отрезка выработки без крепи при проходке с помощью комбайна.

THE INFLUENCE OF THE SUPPORTABILITY OF LININGS UPON THE TIGHTENING OF DOG HEADINGS

S u m m a r y

An attempt has been made in the paper to construct a model which would describe the mechanism of the dislocation of the rock mass surrounding a dog heading, depending on time and the supportability of the lining.

Such an analysis has been carried out basing on results of measurements taken in dog headings. Basing on this analysis a model of calculations has been set up, making it possible to prognosticate the extent of tightening of the lining, assuming some given supportability, the parameters characterizing the properties of the orogen being known.

These considerations enable us to estimate the length of the stretch of the heading without any lining while it is being driven by means of a combine.