

Stanisław WOJCIECHOWSKI

Ryszard ŻYLIŃSKI

Instytut Projektowania, Budowy Kopalń
i Ochrony Powierzchni
Politechniki Śląskiej

ZAGADNIENIE WSPÓŁPRACY OBUDOWY WYROBIŚK KORYTARZOWYCH Z GÓROTWOREM W PRZYPADKACH WYSTĘPOWANIA POZAGRANICZNEGO STANU WYŁĘŻENIA SKAŁ

Streszczenie. W pracy przedstawiono rezultaty prac badawczych dotyczących współpracy obudowy wyrobisk korytarzowych z górotworem w takich warunkach geologiczno-górnictwowych, kiedy w górotworze może mieć miejsce ponadgraniczny stan wyłężenia skał. Ponadto formuły empiryczne umożliwiające określenie podstawowych parametrów obudowy oraz kształtu i zasięgu strefy deformacji niesprężystych tworzącej się wokół wyrobiska.

1. Wprowadzenie

Problematyka współpracy obudowy wyrobisk korytarzowych z górotworem była i jest przedmiotem wielu prac analitycznych i eksperymentalnych [1, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12].

Wyniki tych prac pozwalają na prognozowanie stanów naprężeniowo-deformacyjnych w otoczeniu wyrobisk oraz dobór mechanicznych i konstrukcyjnych parametrów ich obudowy. Istnieje zatem szereg modeli mechanicznych, które wykorzystując zasady mechaniki ośrodków ciągłych, teorii plastyczności czy teorii deformacji pozagranicznych, opisują proces współpracy obudowy z górotworem, uwzględniając w szerszym lub węższym stopniu lokalne warunki geologiczno-górnictwowe.

Rozpatrując omawiane zagadnienie w świetle teorii ponadgranicznych stanów deformacji górotworu, szczególnie istotne jest określenie przebiegu i charakteru zjawiska deformacji skał i obudowy wtedy, kiedy lokalnie lub na znacznym obszarze może występować pozagraniczny stan wyłężenia górotworu.

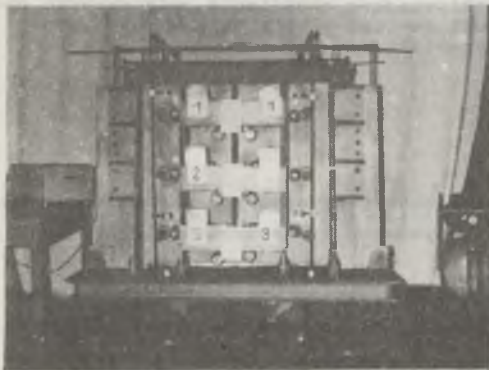
Istotną rolę w takim ujęciu procesu współpracy obudowy z górotworem odgrywają własności deformacyjne górotworu w obszarze ponadgranicznym, gdzie, jak wykazują badania, skały posiadają również zdolności do przenoszenia obciążeń [5, 8, 11].

Analiza warunków geotechnicznych ROW-u wykazała, że własności skał oraz zjawiska deformacyjne, jakie występują poniżej spągu pokładu 409, mogą być uznane za sytuację, w której możliwe jest występowanie stanów ponadgranicznego wyłężenia skał [2, 7, 11].

Z tego względu w Instytucie Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej podjęto próbę określenia wpływu podporności i podatności obudowy na przebieg zjawiska deformacji górotworu i możliwość utrzymania technologicznej stateczności wyrobiska. Zagadnienie to analizowano w oparciu o wyniki badań modelowych modelu górotworu odpowiadającego wybranym warunkom geologiczno-górnicyzycznym rejonu Rybnickiego Okręgu Węglowego.

2. Badania modelowe dla określenia zjawiska deformacji skał w otoczeniu wyrobisk korytarzowych

Podstawowym i zasadniczym elementem prac badawczych wykonywanych w zakresie tematu były prace eksperymentalne oparte na zasadzie modelowania fizycznego i materiałów ekwiwalentnych.



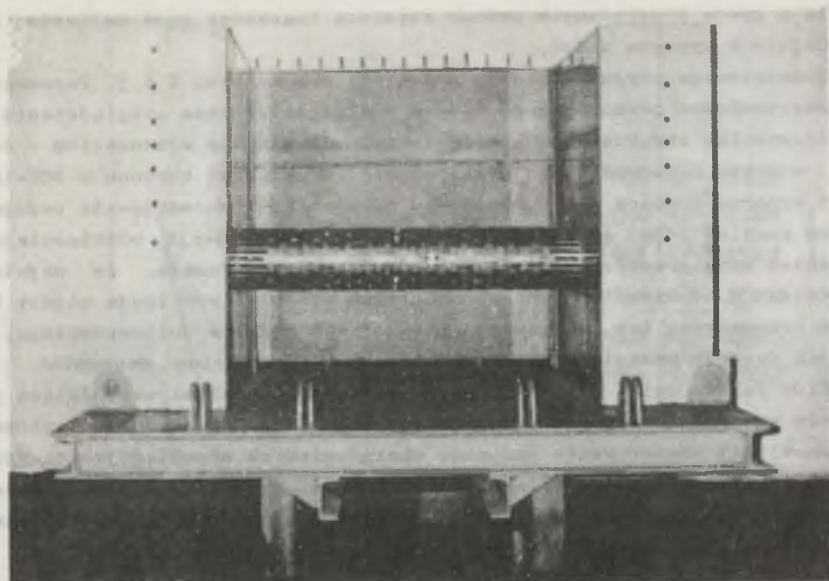
Rys. 1. Ogólny widok stoiska badawczego

W celu przeprowadzenia badań skonstruowano stanowisko (rysunek 1), umożliwiające przestrzenne odwzorowanie układu obudowa-górotwór. Zasadniczym elementem stanowiska jest skrzynia o wymiarach wewnętrznych 1 x 1 x 1 m, której przednią i tylną ścianę wykonano z płyt szkła organicznego osadzonych w specjalnych konstrukcjach wzmacniających. W ścianach tych wykonano otwory umożliwiające wprowadzenie rury i oszujników pomiarowych, umożliwiających

pomiar zasięgu strefy deformacji skał oraz wielkości obciążenia obudowy. Badaniami objęto cztery układy obudowa-górotwór, charakteryzujące się różnymi parametrami, wyrażającymi mechaniczną pracę obudowy oraz stałymi początkowymi parametrami fizyko mechanicznymi górotworu.

Badania przeprowadzono w skali podobieństwa geometrycznego 1 : 30.

Podporność i podatność obudowy modelowano za pomocą specjalnych elementów, które naklejano na odrzwia obudowy (rys. 2). Elementy te stanowiły kostki wykonane ze specjalnej gumy o tak dobranym składzie chemicznym i przeprowadzonym procesie wulkanizacji, że przy odpowiedniej twardości charakteryzowała się minimalną pętlą histerezy. Charakterystyki tych elementów ustalono poddając je wstępnym testowaniem według schematu statycznego, odpowiadającego obciążeniu kostek w modelu, co pozwoliło na wytypo-



Rys. 2. Stoisko badawcze z zamodelowanym odcinkiem wyrobiska



Rys. 3. Widok odźrwi pomiarowych

wanie z grona przebadanych próbek czterech twardości gumy najlepiej odpowiadających wymogom badań.

Zamodelowane odrzwia obudowy przedstawiono na rys. 2 i 3. Parametry fizykomechaniczne odwzorowanego masywu skalnego, poprzez uwzględnienie w nich współczynnika strukturalnego osłabienia, odpowiadały własnościom w całości mułowca dolnorudzkiego występującego w układach karbonu w ROW-ie.

O wyborze mułowca jako przedmiotu odwzorowania zdecydowała przeprowadzona analiza zdjęć geologicznych z miejsc lokalizacji udostępniających wyrobisk korytarzowych w warunkach ROW-u, która wykazała, że największe trudności z utrzymaniem stateczności tych wyrobisk występują między innymi w przypadkach ich lokalizacji w warstwach mułowca dolnorudzkiego, który, jak dowodzą badania przeprowadzone w laboratorium mechaniki skał IPBKiOP Politechniki Śląskiej, charakteryzuje się małymi wartościami parametrów wytrzymałościowych [11]. Zastosowany przestrzenny układ wyłączeniowy umożliwił odwzorowanie warunków obciążeniowych odpowiadających głębokościom lokalizacji w przedziale (1-6) x 204 m. Wyniki pomiarów uzyskanych podczas badań w postaci zależności $\frac{U_1}{R_j} = f(R_j, R_0)$ przykładowo pokazano na rys. 4.

3. Analityczne ujęcie wyników badań

Dla opracowania wyników pomiarów posłużono się metodą analizy wymiarowej. I tak przyjęto, że wielkość przemieszczenia konturu wyrobiska jest funkcją szeregu czynników, co można zapisać następująco:

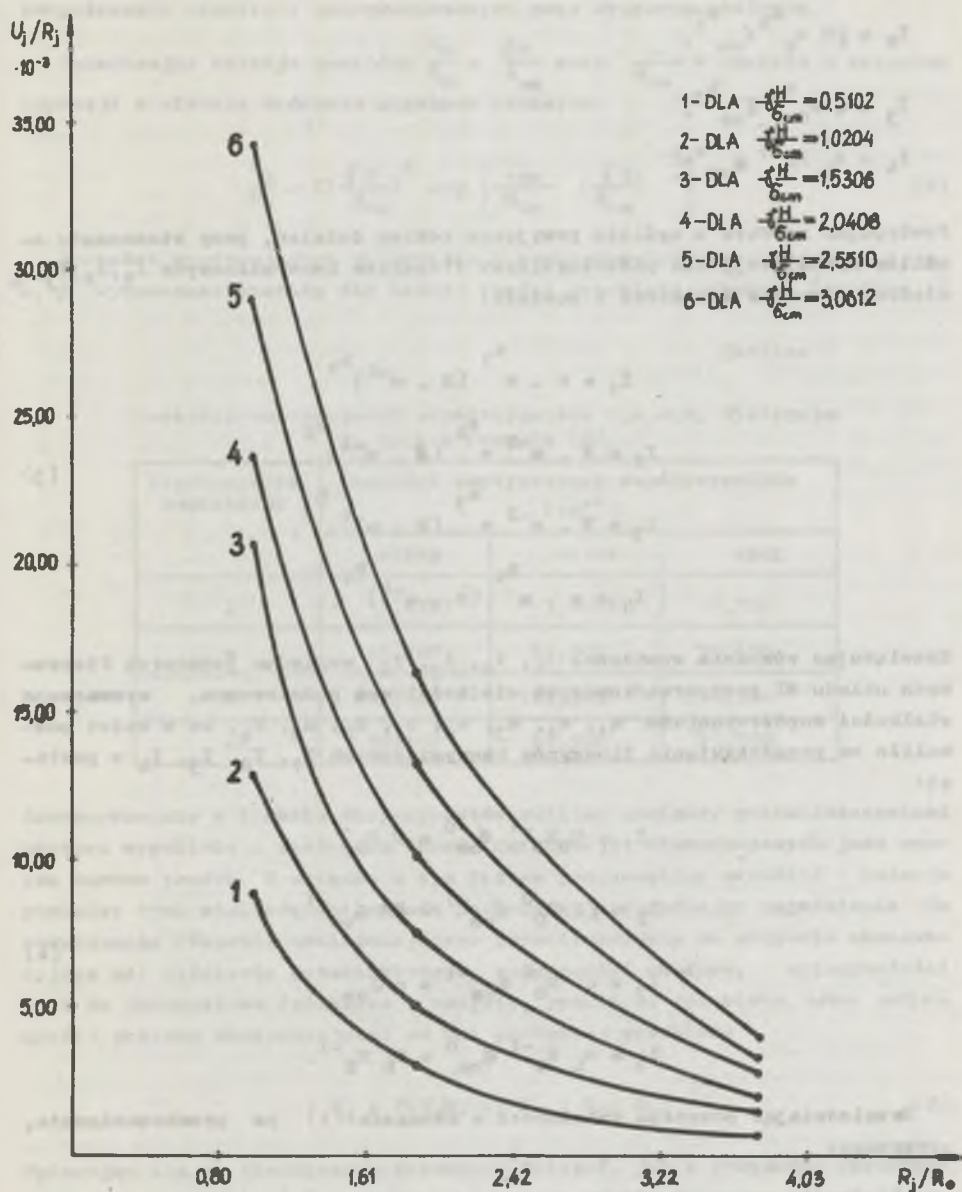
$$u_0 = f(\gamma H, q, \sigma_{cm}, R_0, R_L), \quad (1)$$

gdzie:

- U_0 - wielkość deformacji konturu wyrobiska,
- γH - ciśnienie pierwotne w górotworze nienaruszonym,
- q - podporność obudowy wyrobiska,
- σ_{cm} - wytrzymałość na ściskanie skał w masywie,
- R_0 - promień wyrobiska w wylomie,
- R_L - promień zasięgu strefy deformacji niesprężystych skał.

Przyjmując za jednostki podstawowe wytrzymałość skał w masywie i promień wyrobiska oraz korzystając z zasad analizy wymiarowej z pozostałych wielkości występujących w równaniu (1) utworzono cztery bezwymiarowe iloczyny I_1, I_2, I_3, I_4 , których postać oraz związek między nimi wyraża równanie (2):

$$I_1 = f(I_2, I_3, I_4), \quad (2)$$



Rys. 4. Wykres przemieszczeń poziomów pomiarowych dla różnych stopni obciążenia

gdzie:

$$I_1 = U_0 R_0^{a_1} \epsilon_{cm}^{b_1},$$

$$I_2 = \int^H R_0^{a_2} \epsilon_{cm}^{b_2},$$

$$I_3 = q R_0^{a_3} \epsilon_{cm}^{b_3},$$

$$I_4 = R_L R_0^{a_4} \epsilon_{cm}^{b_4}.$$

Postępując zgodnie z ogólnie przyjętym tokiem działań, przy stosowaniu analizy wymiarowej, dla poszczególnych iloczynów bezwymiarowych I_1, I_2, I_3, I_4 ułożono równania wymiarowe w postaci:

$$\begin{aligned} I_1 &= m \cdot m^{a_1} (N \cdot m^{-2})^{b_1} \\ I_2 &= N \cdot m^{-2} m^{a_2} (N \cdot m^{-2})^{b_2}, \\ I_3 &= N \cdot m^{-2} m^{a_3} (N \cdot m^{-2})^{b_3}, \\ I_4 &= m \cdot m^{a_4} (N \cdot m^{-2})^{b_4}. \end{aligned} \quad (3)$$

Rozwiązując równania wymiarowe I_1, I_2, I_3, I_4 względem jednostek fizycznych układu SI przyporządkowanych wielkościowym podstawowym, wyznaczono wielkości współczynników $a_1, a_2, a_3, a_4; b_1, b_2, b_3, b_4$, co z kolei pozwoliło na przedstawienie iloczynów bezwymiarowych I_1, I_2, I_3, I_4 w postaci:

$$\begin{aligned} I_1 &= U_0 R_0^{-1} \epsilon_{cm}^0 = U_0 R_0^{-1}, \\ I_2 &= \int^H R_0^0 \epsilon_{cm}^{-1} = \int^H \epsilon_{cm}^{-1}, \\ I_3 &= q R_0^0 \epsilon_{cm}^{-1} = q \epsilon_{cm}^{-1}, \\ I_4 &= R_L R_0^{-1} \epsilon_{cm}^0 = R_L R_0^{-1}. \end{aligned} \quad (4)$$

Uwzględniając powyższe zależności w równaniu (1) po przekształceniu, otrzymano:

$$\frac{U_0}{R_0} = f\left(\frac{\int^H}{\epsilon_{cm}}; \frac{q}{\epsilon_{cm}}; \frac{R}{R_0}\right) \quad (5)$$

Informacji na temat relacji pomiędzy $\frac{U_0}{R_0}$ a $\frac{H}{\sigma_{cm}}$ oraz $\frac{q}{\sigma_{cm}}$ dostarczyły bezpośrednio rezultaty przeprowadzonych prac eksperymentalnych.

Opracowując relacje pomiędzy $\frac{U_0}{R_0}$ a $\frac{H}{\sigma_{cm}}$ oraz $\frac{q}{\sigma_{cm}}$ w oparciu o rachunek regresji w efekcie końcowym uzyskano równanie:

$$\frac{U_0}{R_0} = f \left(\frac{H}{\sigma_{cm}} \right)^m \exp \left[\frac{-nq}{\sigma_{cm}} \left(\frac{H}{\sigma_{cm}} \right)^{-q} \right] \quad (6)$$

Wartości występujących w równaniu 6 współczynników empirycznych 1, m, n, q wyznaczone zostały dla każdej części wyrobiska odrębnie (tablica 1).

Tablica 1

Wartości empirycznych współczynników 1, m, n, o, występujących w formule (6)

Współczynnik empiryczny	Wartości empirycznych współczynników (10^{-2})		
	strop	ocios	spąg
1	1,4727	1,8182	0,330
m	53,700	71,600	70,400
n	601,100	715,300	594,500
o	57,100	41,500	23,700

Zaobserwowanie w trakcie eksperymentów związku pomiędzy przemieszczeniami konturu wyrobiska a zasięgiem strefy deformacji niesprężystych jest rzeczą bardzo trudną. W związku z tym faktem postanowiono określić relacje pomiędzy tymi wielkościami metodą pośrednią, sprowadzając zagadnienie do rozwiązania równania uzależniającego przemieszczenia na poziomie obserwacyjnym od: ciśnienia geostatycznego, podporności obudowy, wytrzymałości skał na jednoosiowe ścisłkanie w masywie, promienia wyrobiska oraz odległości poziomu obserwacyjnego od osi podłużnej wyrobiska

$$U_j = f \left(\frac{H}{\sigma_{cm}}; q; \sigma_{cm}; R_0; R_j \right) \quad (7)$$

Opierając się na identycznym schemacie działań, jak w przypadku uprzednio omawianego równania (1), przyjmując za jednostki podstawowe odległość poziomą pomiarową od osi podłużnej wyrobiska (R_j) oraz wytrzymałość skał

na jednoosiowe ściskanie w masywie σ_{om} w efekcie końcowym uzyskano zależność:

$$\frac{U_j}{R_j} = f\left(\frac{\gamma H}{\sigma_{om}}; \frac{a}{\sigma_{om}}; \frac{R_0}{R_j}\right) \quad (8)$$

Charakter związku pomiędzy wielkościami występującymi w równaniu określają bezpośrednio wyniki przeprowadzonych eksperymentów. Opracowując je przy wykorzystaniu rachunku regresji otrzymano wzór:

$$\frac{U_j}{R_j} = e \left(\frac{a}{\sigma_{om}}\right)^f \cdot \left(\frac{\gamma H}{\sigma_{om}}\right)^d \cdot \exp\left(-\frac{b R_0}{R_j}\right) \quad (9)$$

Wartości występujących w równaniu współczynników empirycznych e, f, d, b wyznaczono dla każdej części wyrobiska odrębnie (tablica 2). W celu wyznaczenia wielkości odkształceń odpowiadających granicy sprężystości zamodelowanej skały, posłużono się metodą podaną przez Bułyczewa N.S. [11] polegającą na liniowo-odcinkowej aproksymacji wyników próby jednoosiowego ściskania.

Tablica 2

Wartości empirycznych współczynników b, d, e, f , występujących w formule (9)

Współczynnik empiryczny	Wartości współczynników empirycznych (10^{-2})		
	strop	ocios	spąg
b	79,00	78,00	100,00
d	84,00	94,00	67,00
e	0,300	0,40	0,20
f	67,00	63,10	49,20

Postępując zgodnie z tą metodą stwierdzono, że wielkość deformacji odpowiadającej granicy sprężystości skały równa jest $5^{\circ}/\infty$.

Uwzględniając tę wartość w równaniu (9) wyznaczono dla poszczególnych części wyrobiska wielkość względnego promienia strefy deformacji niesprężystych.

Następnie przebadano charakter związku między zarejestrowanymi podczas badań odkształceniami konturu wyrobiska a względnym promieniem strefy deformacji niesprężystych, stwierdzając, że najlepiej opisuje go równanie typu potęgowego:

$$\frac{U_0}{R_0} = 6 \left(\frac{R_L}{R_0}\right)^W \quad (10)$$

Zaznaczając się dobra zbieżność pomiędzy wielkościami odkształceń radialnych uzyskanych eksperymentalnie i analitycznie pozwoliła na uwzględnienie go w wyrażeniu (10).

W wyniku tych operacji otrzymano związek empiryczny w postaci:

$$(\varphi_L)^W = Z \left(\frac{\gamma^H}{\sigma_{cm}} \right)^m \exp \left[\frac{-\sigma_0}{cm} \left(\frac{\gamma^H}{\sigma_{cm}} \right)^{-n} \right] \quad (11)$$

gdzie:

$$\varphi_L = \frac{R_L}{R_0}$$

Oceniając wartości zarejestrowanych przemieszczeń radialnych konturu wyrobiska oraz punktów obserwacyjnych stabilizowanych na pozostałych dwóch poziomach pomiarowych, zaobserwowano asymetrię pola przemieszczeń w otoczeniu wyrobiska, charakteryzującą się występowaniem eksperymentalnych wartości w ośiach i spągu wyrobiska. Uzyskane wielkości przemieszczeń dla każdej części wyrobiska wykazują tendencję do obniżania swojej wartości oraz intensywności zmian w miarę wzrostu odległości od środka wyrobiska, co jest zgodne z poglądami prezentowanymi w rozprawach teoretycznych oraz wynikami prac eksperymentalnych [3], [4], [7], [11], [12].

W celu porównania wpływu zmian podporności obudowy i głębokości lokalizacji wyrobiska w ujęciu jakościowym na kształtowanie się odkształceń radialnych w górotworze otaczającym wyrobiska utworzono względne przyrosty tych wielkości traktując je jako układ kombinacji z powtórzeniami po dwa.

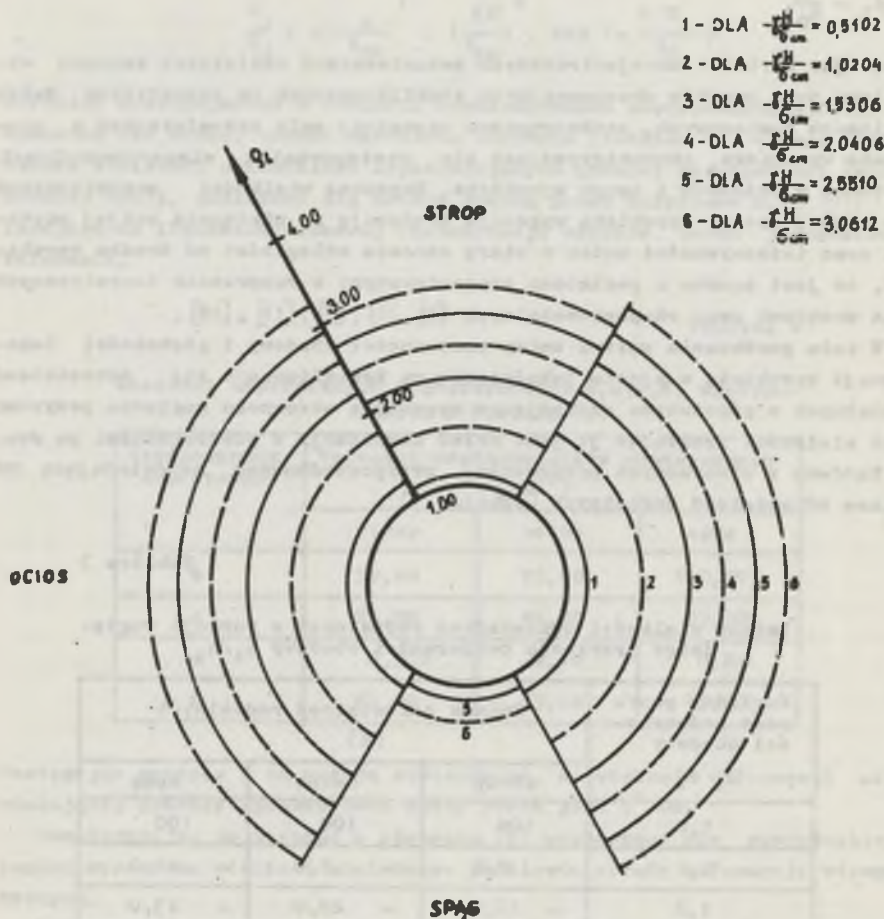
Każdemu z utworzonych przyrostów przyporządkowano odpowiadającą mu zmianę odkształceń radialnych (tablica 3).

Tablica 3

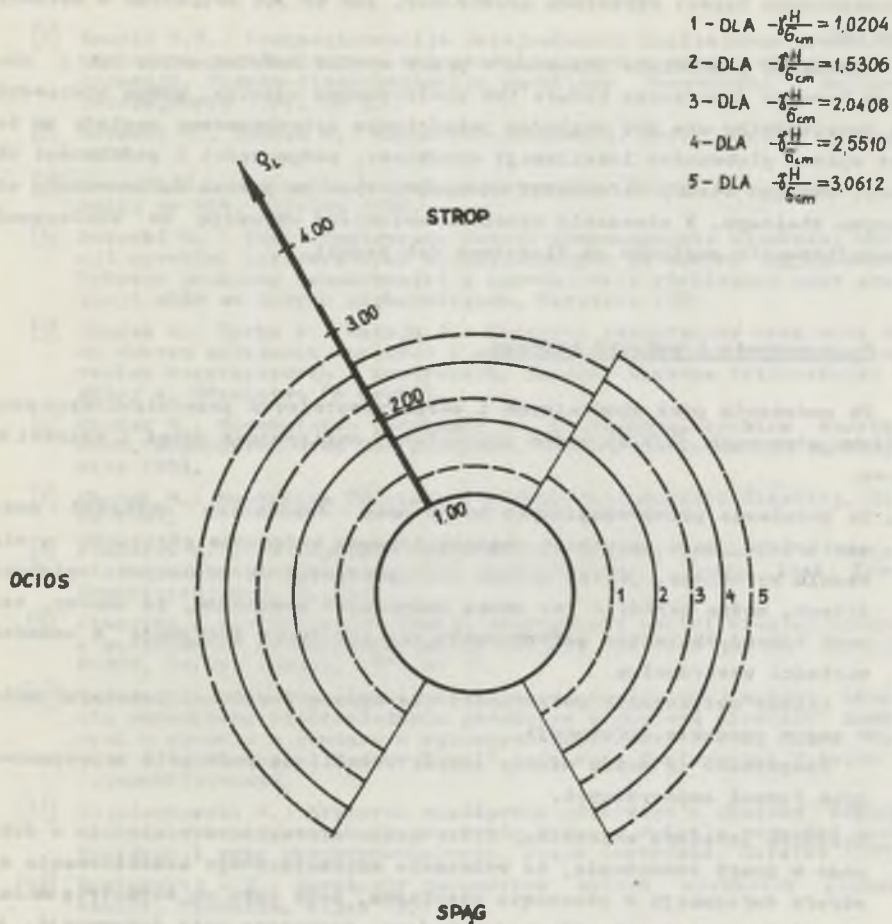
Zmiany wielkości odkształceń radialnych w funkcji względnego przyrostu podporności obudowy q_1/q_1

Względny przyrost podporności obudowy q_1/q_1	Zmiana odkształceń radialnych (%)		
	strop	ośios	spąg
1,0	100	100	100
1,1	- 7,0	- 7,0	- 11,0
1,8	- 16,0	- 29,0	- 23,0
2,0	- 32,0	- 35,0	- 31,0
2,1	- 42,0	- 36,0	- 32,0
3,8	- 52,0	- 55,0	- 47,0
4,1	- 56,0	- 60,0	- 52,0

Jak wynika z badań względny wzrost podporności do wielkości 2,0 w sposób istotny rzutuje na przebieg odkształceń w masywie skalnym w otoczeniu wyrobiska. Powyżej tej wartości wpływ tego czynnika na kształtowanie się odkształceń skał uwiadczenia się w mniejszym stopniu, świadcząc tym samym o istnieniu dla danych warunków geologiczno-górnolozych granicy celowości zwiększania podporności obudowy (rys. 5 i 6). W przypadku przyrostów lokalizacji głębokości obserwuje się systematyczny, prawie identyczny we wszystkich częściach wyrobiska, wzrost odkształceń z głębokością.



Rys. 5. Strefy deformacji niesprężystych w otoczeniu wyrobiska dla $\frac{\sigma_v}{\sigma_{om}} = 0,061$



Rys. 6. Kształt strefy deformacji niesprężystych w otoczeniu wyrobiska dla $\frac{q}{\sigma_{cm}} = 0,112$.

Konsekwencją nieregularnego rozkładu przemieszczeń w otoczeniu wyrobiska jest asymetryczny kształt strefy deformacji niesprężystych. Wielkość względnego promienia dla poszczególnych górnych części wyrobiska obliczono w oparciu o wzór (11).

Analogicznie jak w przypadku rozkładu przemieszczeń w otoczeniu wyrobiska ekstremalne wartości względnego promienia strefy deformacji niesprężystych występują w ociosach i spągu wyrobiska. Wielkości względnego promienia strefy deformacji niesprężystych świadczą o lokalnym kształtowaniu się strefy deformacji niesprężystych w otoczeniu wyrobiska, dowodząc, że rozpatrywanie jej jako regularnej figury stanowi zbyt duże przybliżenie.

Z tego też względu rozpatrując omawiane zjawisko należy ujmować je dla poszczególnych części wyrobiska oddzielnie, jak to już uczyniono w metodzie Don UGI.

Oceniająco generalnie uzyskane w pracy wyniki doświadczalne jak i również formuły empiryczne będące ich analitycznym ujęciem, można stwierdzić, że potwierdziły one pod względem jakościowym dotychczasowe poglądy na temat wpływu głębokości lokalizacji wyrobiska, podporności i podatności obudowy, zasięgu strefy deformacji niesprężystych na proces deformowania się masywu skalnego. W otoczeniu wyrobisk natomiast wskazują na konieczność zweryfikowania poglądów na ilościowy ich aspekt.

4. Podsumowanie i wnioski końcowe

Na podstawie prac studialnych i eksperymentalnych przedstawionych szczegółowo w pracach [4,7,8] można sformułować następujące uwagi i wnioski końcowe.

1. Na podstawie przeprowadzonych badań oraz dokonanych obliczeń można stwierdzić, że w warunkach pozagranicznego wytwężenia górotworu w otoczeniu wyrobiska, jakich należy się spodziewać na większych głębokościach, można określić tak zwaną podporność graniczną, to znaczy, taką, przy której charakter deformowania się górotworu przyjmuje w zasadzie wartości ekstremalne.

Dalsze zwiększenie podporności nie będzie powodować istotnych zmian w samym procesie deformacji.

Podporność tę można między innymi ustalić na podstawie zaproponowanych formuł empirycznych.

2. Kolejnym istotnym wnioskiem, który można sformułować w oparciu o dokonane w pracy rozważanie, to wykazanie arytmetycznego kształtowania się strefy deformacji w otoczeniu wyrobiska, przy czym na asymetrię ma także wpływ, rodzaj i konstrukcja obudowy. Asymetria pola deformacji, jak wynika z badań, może mieć często przypadkowy charakter wynikający nawet z lokalnych zaburzeń struktury górotworu.
3. Potwierdzeniem wniosku o istotnym wpływie podporności i podatności obudowy na przebieg procesu deformacji górotworu są wyniki badań wielkości i zmiany promienia strefy deformacji niesprężystych. Z badań także wynika, że pomimo iż strefa deformacji niesprężystych nowocześniejszej kształtuje się w strople wyrobiska, to intensywność wzrostu jej względnego promienia w funkcji głębokości lokalizacji wyrobiska dla wszystkich zamodelowanych podporności obudowy jest mniejsza niż w ociosach.

LITERATURA

- [1] Amusin B.Z.: Prognozirowanie ustojczowości kapitalnych wyrobót z uciążliwym postępowaniem rozruszenia poród w zonie nieuprzedzonych deformacji. Fizyko-techniczne problemy Rozrobki Polieznyc Iskopajemych 1977, nr 5.
- [2] Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. Wyd. "Śląsk", Katowice 1972.
- [3] Borecki M.: Mechanika budowy podziemnych. Skrypt Politechniki Śląskiej nr 904. Gliwice 1980.
- [4] Borecki M. i inni: Empiryczna metoda prognozowania wielkości deformacji wyrobisk korytarzowych zlokalizowanych na dużych głębokościach. Wybrane problemy geomechaniki w budownictwie górniczego oraz eksploatacji złóż na dużych głębokościach. Katowice 1981.
- [5] Chudek M., Rułka K., Mateja J.: Podstawy teoretyczne oraz nowe zasady doboru ustalania obciążeń i wymiarowanie obudowy długotrwałych wyrobisk korytarzowych i komorowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej s. Górniczo (w druku).
- [6] Chudek M.: Budownictwo podziemne cz. I. Obudowa wyrobisk korytarzowych, komorowych oraz ich połączeń. Skrypt Politechniki Śląskiej, Gliwice 1982.
- [7] Chudek M.: Mechanika Górotworu. Skrypt Politechniki Śląskiej. Gliwice 1981.
- [8] Fiedotow A.P.: O naprężeniach w blizni krugłej wyrobki w zawisimostu ot mechaniczeskich swojstw gornych porod. Trudy Inst. Kuz. MI Szachtstroj wyp. 3, 1965.
- [9] Fiedotow A.P.: Razpriedielenije naprężenij w blizni krugłej wyrobki w zawisimosti ot mechaniczeskich swojstw gornych porod. Izwestia WUZOW, Gornyj Zurnal, 1971 nr 11.
- [10] Praca zbiorowa: Opracowanie analityczno-empirycznej metody określania parametrów współdziałania górotworu z obudową wyrobisk kapitalnych w oparciu o pomiary w wybranych kopalniach ROW-u. Prace Instytutu Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni, Gliwice 1980, (niepublikowana).
- [11] Wojciechowski S.: Kryteria współpracy górotworu z obudową kapitalną wyrobisk korytarzowych dla warunków ROW-u w świetle rozważań analitycznych i prac eksperymentalnych. Praca doktorska, Gliwice 1983.
- [12] Zaslawskij J.Z.: Rasczioty parametrow kriepli wyrobótok głubokich szacht. Technika. Kijew 1972.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Kazimierz RULKA

Wpłynęło do Redakcji w lipcu 1983 r.

**ВОПРОС СОДЕЙСТВИЯ КРЕПЛЕНИЯ С ГОРНОЙ ПОРОДОЙ
В СЛУЧАЕ, КОГДА ИМЕЕТ МЕСТО ВНЕПРЕДЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ СКАЛ**

Резюме

В работе даны результаты экспериментов, касающихся содействия крепления коридорных выработок с горной породой в таких горно-геологических условиях, когда в горной породе может иметь место внеграницное состояние напряжения скал. Даны эмпирические формулы, дающие возможность определение основных параметров крепления а также формы и предела зоны неупругих деформаций выступающих вблизи выработок.

**PROBLEM COOPERATION OF DOG-HEADING LININGS AND THE ROCK MASS
WHEN IN THE OROGEN THESE MAY EXIST AN EXTRABOUNDARY STATE OF ROCK EFFORT**

S u m m a r y

The paper discusses the results of investigations concerning the cooperation of dog-heading linings and the rock mass in such geological and mining conditions when in the orogen there may exist an extraboundary state of rock effort. Moreover, the authors present empirical formulae which make it possible to determine the fundamental parameters of the lining as well as the shape and range of the zone of inelastic deformations that is formed around the excavations.