

Marcin Borecki

PROBLEMY ROZWOJU TECHNOLOGII GÓRNICZEJ NA DUŻYCH GŁĘBOKOŚCIACH EKSPLOATACJI

Streszczenie. Referat, wygłoszony na posiedzeniu Sekcji Technologii Górniczej Komitetu Górnictwa PAN, omawia problematykę górnictwo-techniczną uwarunkowaną eksploatacją złóż na większych głębokościach.

Przedstawiono analizę warunków geotechnicznych wytwarzających się na głębokich horyzontach eksploatacji oraz ich wpływ na technologie robót górniczych.

Omówiono ważniejsze kierunki badań podstawowych i rozwojowych, uzasadnionych nowymi stosunkami górnictwo-eksploatacyjnymi. Podkreślono pilność podjęcia w tym zakresie kompleksowych badań oraz prac technicznych.

1. Wstęp

Problemy eksploatacji złóż użytecznych na większych głębokościach nabierają w ostatnich latach żywotnego znaczenia dla polskiego górnictwa, szczególnie górnictwa węgla kamiennego. Szereg nowo projektowanych, będących w budowie, jak również czyanych już poziomów wydobywczych, przekroczyło głębokość 600 m. Obecnie około 35% wydobycia węgla kamiennego uzyskuje się z poziomów głębszych od 500 m, w tym około 10% z poziomów głębszych od 700 m. Do roku 1980 planuje się budowę 8 poziomów na głębokości 500-700 m oraz 8 dla głębokości poniżej 700 m, a tylko 4 poziomy na głębokości mniejszej od 500 m.

W latach 1990 ponad 40% wydobycia węgla kamiennego będzie eksploatowane z horyzontów poniżej 600-700 m.

Przejście z eksploatacją złóż na większe głębokości postawiło przed techniką i nauką górniczą szereg zasadniczo nowych zadań, których pomyślane rozwiązanie w najbliższej przyszłości warunkuje postęp techniczny i technologiczny w robotach górniczych.

Wieloletnie doświadczenia eksploatacji złóż węglowych na głębokościach poniżej 600 m do 1000 m w Donieckim Zagłębiu Węglowym, jak również w innych zagłębiach, wskazuje na duże trudności, szczególnie ze strony zwiększonego ciśnienia skał, w utrzymaniu technologicznej użyteczności wyrobisk kapitalnych i przygotowawczych. Wybieranie złoża powoduje szereg problemów związanych z dużymi koncentracjami ciśnień w masywie górotworu niespotykanych na mniejszych głębokościach eksploatacji. Wyłania się podstawowy problem szukania nowych systemów i technologii wybierania przysto-

sowanych do trudnych warunków ciśnienia, temperatury, wzmożonego wydzielenia się gazu itp. Rozwiązań wymagają problemy wentylacji i klimatyzacji głębokich poziomów. Nabierają również zasadniczego znaczenia problemy transportu urobku z dużych głębokości na powierzchnię.

W opracowaniu omówione zostaną jedynie ważniejsze problemy techniczno-górnictwa, związane ze wzmożonym ciśnieniem, warunkujące bezpieczny i efektywny rozwój techniki i technologii eksploatacji górniczej na dużych głębokościach.

Na wstępie wydaje się celowym przynajmniej ramowe ustalenie kryteriów oceny głębokości eksploatacji jako "dużych głębokości" w odróżnieniu od "małych głębokości".

Niewątpliwie dużą względnie małą głębokość eksploatacji nie można określić jako konkretną wielkość dla wszystkich naturalnych warunków i wszystkich górnictwo-technicznych przedsięwzięć.

Przez głębokie poziomy (horyzonty) rozumie się w praktyce górniczej taką wielkość głębokości robót górniczych, przy której przejawy ciśnienia górniczego i deformacji skał przybierają jakościowo inny, jak również bardziej intensywny, charakter niż na małej głębokości. Ta jakościowa zmiana w rzeczywistości nie ma wyraźnej granicy.

Praktyka wskazuje, że wpływ głębokości jest tym większy, im są mniej związane (mniej wytrzymałe) skały otaczające, np. w łupkach ilastych intensywne deformacje skał występują wyraźnie już na głębokościach 300-400 m, natomiast w łupkach piaszczysto-ilastych na głębokościach 400-500 m. Na głębokościach poniżej 600 m w łupkach piaszczystych zjawiska odkształcania skał przebiegają w szeregu przypadkach na tyle intensywnie, że wydrążone w nich wyrobiska zostają zapełnione odkształcającą się skałą w ciągu 2-3 miesięcy. Podobne zjawiska, już o mniejszej intensywności, obserwuje się w wyrobiskach drążonych w piaskowcach o mniejszej zwięzłości, (piaskowce gruboziarniste, porowate, itp.).

Na podkreślenie zasługuje również charakterystyczne zjawisko związane z głębokością, a mianowicie: występowanie wyraźnych zwiększonych ciśnień i uszkodzeń obudowy w wyrobiskach przyszybowych na głębokościach poniżej 600 m, a często poniżej 500 m, nawet przy zabezpieczaniu ich obudową o wysokiej podporności (np. obudowa żelbetowa).

Przytoczone zjawiska uzasadniają przyjęcie głębokości rzędu 600-700 m jako głębokości krytycznej, stanowiącej górną granicę zakresu tzw. "dużych głębokości" dla skał o niewysokiej zwięzłości i o wytrzymałości R_c poniżej 600-800 kg/cm², reprezentujących gro skał występujących w rejonach polskich zagłębi górniczych.

Problematyka eksploatacji słońca na większych głębokościach jest przedmiotem szerokiej badań w Górniczych Instytutach Naukowo-Badawczych ZSRR. Szczególnie interesujące są prace Instytutu Górniczego WNIIM w Leningradzie [1], w których poświęca się również wiele uwagi określeniu zakresu "dużych głębokości" eksploatacji. Mianowicie [2] proponuje się przyjęcie

trzech zakresów głębokości eksploatacji, a mianowicie głębokości małe, średnie i duże.

Zakres "małych głębokości" określony zostaje dolną granicą H_0 , na której w elementach górotworu otaczającego wyrobisko mogą wytwarzać się stany naprężeń granicznych. Analitycznie określa się wielkość H_0 na podstawie warunków granicznego stanu w którymkolwiek z elementów wyrobiska (stropu, ociosów lub spagu).

Dla jednorodnego lub kwasi-jednorodnego masywu [3], dla wyrobiska o przekroju prostokątnym, warunek granicznego stanu najsłabszego elementu w danym przypadku ociosu wyrobiska, wyraża się następującą zależnością:

$$H_0 = \frac{2k_m \cdot \cos \varphi_m}{K_k \cdot (1 - \sin \varphi_m) \cdot \gamma} = \frac{R_m}{K_k \cdot \gamma} \quad (1)$$

gdzie:

- R_m - wytrzymałość na ściskanie skały w masywie
- γ - ciężar objętościowy skały,
- k_m, φ_m - współczynnik lepkości oraz kąt wewnętrzznego tarcia w masywie,
- K_k - największy współczynnik koncentracji naprężeń w pobliżu powierzchni wyrobiska. Dla celów prognozowania można przyjmować średnio $K_k = 2$.

Wytrzymałość R_m w masywie oblicza się z zależności

$$R_m = R_C \cdot \eta_0,$$

gdzie

- R_C - wytrzymałość na ściskanie próbki skały,
- η_0 - współczynnik strukturalnego osłabienia skały; $\eta_0 = 0,2 - 0,5$,
przyjmuje się średnio $\eta_0 = 0,3$.

Zatem przedział "małych głębokości", przy podanych wyżej założeniach określa się jako

$$0 < H_m < H_0 \quad (2)$$

Zakres "średnich głębokości" ogranicza od dołu głębokość H_K , na której koncentracje naprężeń przekraczają już nie tylko granicę wytrzymałości w masywie R_m , ale również granicę wytrzymałości skały w próbkach R_C , zatem

$$H_K = \frac{2 \cdot k \cdot \cos \varphi}{K_k (1 - \sin \varphi) \cdot \gamma} = \frac{R_C}{K_k \cdot \gamma} \quad (3)$$

gdzie

- k, φ i R_C są wielkościami mierzonymi na próbkach skały.

Zatem przedział "średnich głębokości" określa zależność

$$H_0 \leq H_m < H_k \quad (4)$$

Natomiast dla określenia przedziału "dużych głębokości" proponuje się zakres głębokości większych od wielkości H_k , a zatem

$$H_d \geq H_k \quad (5)$$

Doświadczenia i obserwacje zebrane w kopalniach ROW na poziomach głębszych w wyrobiskach kapitalnych i przygotowawczych drążonych w skałach łupków ilastych i piaszczystych o wytrzymałości rzędu 4000-6000 t/m² wskazują wyraźnie, że zjawiska geomechaniczne charakterystyczne dla dużych głębokości występują już na głębokościach rzędu 600-700 m.

Głębokości natomiast uzyskiwane na podstawie zależności (5) podanej wyżej wynosiłyby dla tych skał wielkości rzędu 1000-1200 m. Wynika to między innymi z przyjętego w przytoczonych wyżej obliczeniach założenia, że głębokość krytyczna H_k odpowiada głębokości, na której przekroczona zostaje wytrzymałość R_c mierzona na próbkach skały, która jest zawsze większa 2-3-krotnie od rzeczywistej wytrzymałości skały w masywie. To zjawisko ma szczególnie znaczenie przy określaniu głębokości krytycznej dla skał o większych ($R_c \geq 4000-5000$ t/m²) wytrzymałościach.

Uwzględniając powyższe proponujemy określać głębokość krytyczną H_k , przyjmując dla wytrzymałości skały w masywie (R_m) maksymalną rzeczywistą wartość, a mianowicie: $R_m = 0,5 \cdot R_c$. Założenie to odpowiada warunkom występującym w skałach o większej spistości, w których wpływ strukturalnego osłabienia skały w masywie jest najmniejszy; współczynnik $\eta_0 = 0,5$.

Natomiast dla określenia głębokości H_0 , górnej granicy "średnich głębokości", proponujemy przyjmować

$$R_m = 0,3 \cdot R_c$$

Przy uwzględnieniu tych założeń przebieg zjawisk geomechanicznych na odpowiednich głębokościach będzie następujący:

1. W warunkach "średnich głębokości" nastąpi wokół wyrobiska przekroczenie wytrzymałości skały i może się wytwarzać strefa deformacyjna, ale jej zasięg (w głąb górotworu) będzie ograniczony.

Wartości ciśnień dynamicznych na obudowę będą stosunkowo nieduże, szczególnie w skałach o strukturze bardziej spistej (przy $\eta_0 \geq 0,3$).

2. Natomiast w warunkach "dużych głębokości" przekroczona zostanie wytrzymałość nawet w skałach o bardziej zwieszłej strukturze ($\eta_0 = 0,5$) nastąpi intensywne wytwarzanie się strefy deformacyjnej wokół wyrobisk

(szczególnie w najszlubszych elementach górotworu) oraz jej zasięg w głąb górotworu może być dość głęboki.

Ciśnienia dynamiczne na'obudowę wyrobiska mogą uzyskiwać stosunkowo duże wartości.

Uwzględniając powyższe uwagi proponuje się określenie zakresu dużych głębokości w oparciu o następującą nierówność:

$$H_d \geq \frac{0,5 \cdot R_c}{K_k \cdot \gamma}$$

Przyjmując

$K_k = 2$ - współczynnik koncentracji naprężeń w najszlubszym elemencie wyrobiska

otrzymujemy:

$$H_d \geq \frac{1}{4} \left(\frac{R_c}{\gamma} \right) \quad (6)$$

Natomiast zakres "głębokości średnich" proponuje się określać według następującej zależności:

$$H_o \leq H_m < \frac{1}{4} \left(\frac{R_c}{\gamma} \right) \quad (7)$$

Gdzie H_o oblicza się na podstawie zależności (1) przy

$$R_m = 0,3 R_c \div 0,2 R_c.$$

Zgodnie z przytoczonymi kryteriami pojęcia "dużej głębokości" eksploatacji w warunkach naturalnych ROW-u i Zagłębia Lubelskiego odpowiadać mogą głębokości poniżej 600-700 m.

2. Przejawy ciśnienia górnictwa na dużych głębokościach

Im większa głębokość robót górniczych, tym jest istotniejszy wpływ ciśnienia górnictwa na podstawowe procesy robót górniczych. Ze wzrostem głębokości jakościowo i ilościowo zmieniają się przejawy ciśnienia górnictwa. Podstawowe jakościowe zmiany objawów ciśnienia związane ze zwiększającą się głębokością eksploatacji oraz ich wpływ na parametry robót górniczych zilustrujemy dla 4 podstawowych dziedzin działalności górnictwa.

2.1. Projektowanie udostępniania i eksploatacji złóż

Obserwacje i doświadczenia przeprowadzone na głębszych horyzontach polskich kopalń, jak również bogate doświadczenia z kopalń belgijskich francuskich i zagłębia donieckiego wskazują, że ze zwiększeniem głębokości zmieniają się zasadniczo geologiczno-górnice warunki robót górniczych. W szczególności rosną naprężenia w górotworze tak w otoczeniu wyrobisk górniczych, jak również w masywie górotworu, rośnie temperatura skał oraz gazoność. Wytrzymałość skał z głębokością rośnie, ale w tak nieznacznym stopniu, że wobec znacznie szybszego wzrostu stanu naprężeń warunki utrzymania technologicznej użyteczności wyrobisk górniczych znacznie utrudniają się ze wzrostem głębokości. W szczególności powstają zjawiska niespotykane o takim nasileniu na mniejszych głębokościach, jak np. dynamiczne deformacje skał, nagłe wyrzuty węgla i gazu tzw. "strzelanie skał" i przy dalszym zwiększaniu głębokości rośnie ich siła i częstotliwość. Rośnie intensywność przemieszczania się skał do wyrobiska oraz obciążenie obudowy. Wszystkie te zjawiska mają jedną podstawową przyczynę, a mianowicie wzrost stanu naprężeń w skałach w otoczeniu wyrobiska, jak również w głębi masywu górotworu.

Mianowicie, w wyniku eksploatacji złoża na większych przestrzeniach wytwarzają się duże przemieszczenia masywu skał, powodując wytwarzanie w masywie górotworu w warunkach dużych głębokości znaczne koncentracje naprężeń, szczególnie we warstwach skał zwięzłych i sztywnych.

Wytwarzają się przy tym olbrzymie akumulacje energii, która może się wyładowywać we formie podziemnych gwałtownych wstrząsów i tąpnięć. W tej sytuacji problem kierowania ciśnieniem górotworu nabiera innego sensu niż na głębokościach mniejszych.

W y t w a r z a s i e k o n i e c z n o ś ć k i e r o w a n i a
c i ś n i e n i e m g ó r n i c z y m k o m p l e k s o w o, w o k r e ś l o n y m c a ł y m o b s z a r z e g ó r n i c z y m, o b e j m u j ą c y m c a ł e z ł o ż e p o n i ż e j o k r e ś l o n e g o p o z i o m u. D l a r o z w i ą z a n i a t a k p o d j ę t e g o z a g a d n i e n i a, k i e r o w a n i a c i ś n i e n i e m g ó r n i c z y m, j e s t n i e z b ę d n a p e ł n a z n a j o m o ś ć p r z e b i e g u p r o c e s u d e f o r m a c j i i r u c h ó w s k a ł w w y n i k u e k s p l o a t a c j i c a ł e j ś w i t y p o k ł a d ó w d a n e g o z ł o ż a p r z y u w z g l ę d n i e n i u w p ł y w ó w w z a j e m n y c h w y b i e r a n i a p o k ł a d ó w.

Problemy związane z tą dziedziną zagadnień, dotyczące wpływów eksploatacji na masyw w górotworze, mogą mieć bardzo poważny wpływ na rozwój technologii i techniki przystosowania i eksploatacji złóż na dużych głębokościach. Wyłaniają się w tym zakresie szczególnie ważne zagadnienia dla badań w zakresie geomechaniki skał i systemów projektowania udostępniania złoża oraz usytuowania i ruchów frontów eksploatacji złoża w całym okresie trwania eksploatacji.

2.2. Utrzymanie wyrobisk korytarzowych

W kapitalnych i przygotowawczych wyrobiskach na małych głębokościach ciśnienie górnicze miało charakter statycznych obciążeń obudowy, w wyniku wytwarzania w stropie sklepienia skał rozruszonych. Głębokości nie miały istotnego wpływu na objawy ciśnienia. Również wpływ robót eksploatacyjnych nie powodował specjalnych utrudnień. Dla przeciwdziałania szkodliwym wpływom robót eksploatacyjnych na utrzymanie wyrobisk przygotowawczych wystarczyło pozostawienie stosunkowo niedużych filarów oporowych. Opanowanie przejawów ciśnienia nie wymagało stosowania zbyt kłopotliwych, ani zbyt kosztownych przedsięwzięć technicznych.

Na głębokich natomiast poziomach skały w otoczeniu wyrobisk korytarzowych przechodzą w graniczny stan napięcia, co może mieć szczególnie intensywny objaw w skałach o niedostatecznej zwięzłości. Głębokość robót zaczyna bezpośrednio wpływać na intensywność tych objawów, stając się jednym z głównych warunków określających podstawowe parametry dla przedsięwzięć technicznych i górniczych, zabezpieczających utrzymanie stateczności tych wyrobisk.

Rośnie nasilenie wpływów robót eksploatacyjnych na stan wyrobisk udostępniających oraz przygotowawczych. Ochrona tych wyrobisk staje się poważnym technicznym i górniczym problemem. Ochrona wyrobisk przygotowawczych, jak również udostępniających przed wpływami robót eksploatacyjnych za pomocą filarów pozostawianych w złożu, dających pomyślne wyniki na mniejszych głębokościach staje się nieefektywną; filary bowiem ulegają rozgniataaniu, nawet o rozmiarach dostatecznie szerokich, względnie stają się przyczyną wytwarzania niebezpiecznych koncentracji ciśnień.

O wielkości i intensywności defomracji skał wokół wyrobisk korytarzowych nie decyduje głównie podporność obudowy. Istotniejszą rolę odgrywa system wzajemnego oddziaływania obudowy i górotworu, czyli techniczne warunki wzajemnej współpracy obudowy z górotworem otaczającym.

Wieloletnie doświadczenia i obserwacje na głębokich poziomach wskazują że nawet obudowy żelbetowe o wysokich parametrach wytrzymałościowych, zastosowane w wyrobiskach kapitalnych (szczególnie przyszybowych i komorowych), drążonych w skałach łupkowych i płaskowcowych o niewysokiej wytrzymałości ($R_c \leq 1200-1500 \text{ kg/cm}^2$) ulegają niszczeniu. Stosowanie również obudów o zbyt dużej podatności (np. ramowe obudowy metalowe) i niedostatecznej podporności nie chroni przed intensywnymi wpływami deformujących się skał.

Zakładanie wyrobisk, szczególnie przygotowawczych w górotworze odprężonym, staje się często najbardziej efektywnym systemem ochrony i utrzymania tych wyrobisk w trudniejszych warunkach naturalnych i górniczych.

2.3. W wyrobiskach eksploatacyjnych na głębokich poziomach w wyniku zwiększonych ciśnień eksploatacyjnych najczęstszym zjawiskiem jest wytwarzanie się obszarów granicznych naprężeń w rejonie przodka wybierkowego, mianowicie w caliznie pokładu wybieranego oraz w skałach stropu i spągu przy czole calizny. W rezultacie czego warunki utrzymania wyrobiska ścianowego stają się bardziej utrudnione i złożone, zmniejsza się zasadniczo dopuszczalna powierzchnia odkrycia stropu, warstwy stropu ulegają znacznemu rozluźnieniu, wytwarzając zagrożenie gwałtownych zawałów. Bezpieczne utrzymanie wyrobiska wymaga dostatecznie wytrzymałej obudowy, większych podporności stojaków, a szczególnie dostatecznie wytrzymałych i sztywnych stropnic wobec nierównomiernych obciążeń ze strony zruszonych skał stropu

Z drugiej strony w wyniku oddziaływania zwiększonego ciśnienia eksploatacyjnego, warstwy stropowe stają się bardziej skłonne do rabowania się, ułatwiając w zasadzie system kierowania stropem na zawał, nawet pod stropami o większej związłości.

Szczególnie istotny i niekorzystny wpływ głębokości w rejonie wyrobisk eksploatacyjnych objawia się w chodnikach przyścianowych. Ich utrzymanie w caliznie w otoczeniu filarów staje się bardzo utrudnione lub wogóle nie możliwe. Również przeciwstawianie się wzmożonemu ruchowi skał za pomocą tylko obudowy o dużej podporności staje się również nieefektywne. Wymagane są specjalne przedsięwzięcia ochrony i utrzymania tych wyrobisk.

Szczególnie niekorzystny wpływ głębokości objawia się w kształtowaniu się i oddziaływania ciśnień eksploatacyjnych w komorowo-filarowych systemach wybierania. Rozcięcie pokładu stosunkowo gęstą siecią chodników powoduje dużą koncentrację ciśnień, sgniatanie nawet dużych często partii pokładu, wpływając niszcząco na obudowę chodników. Systemy wybierania krótkimi frontami wymagające gęstszej sieci chodników przygotowawczych wymagają pracochłonnych i kosztownych przedsięwzięć dla swalczania skutków dużych koncentracji ciśnień. Intensywność tych zjawisk należy w dużym stopniu od związłości wybieranego złoża oraz świeżości skał otaczających, szczególnie skał spągowych.

2.4. Na ochronę górotworu i powierzchnię przed wpływami eksploatacji głębokość wybierania ma raczej charakter korzystny. Przy małych głębokościach eksploatacji deformacje powierzchni miały charakter dostatecznie ostry. Wykształcenie się stref obniżenia (niecek osiadania) towarzyszyły znaczne naprężenia ściskające i rozciągające, powstawanie szczelin, a nawet zawałisk. W tych warunkach jedynym skutecznym systemem ochrony górotworu i powierzchni oraz obiektów chronionych było pozostawienie odpowiednich filarów ochronnych w złożu. Wybieranie tych filarów mogło się odbywać przy zachowaniu dość rygorystycznych wymagań odnośnie systemu wybierania i kierowania stropem (wybieranie pasami, stosowanie podsadki hydraulicznej). Na większych głębokościach eksploatacji wpływy robót górniczych na po-

wierzchnię mają charakter łagodniejszy. Krzywizna wytwarzających się niecek jest mniejsza, nie występują zjawiska przerywania ciągłości terenu.

Problem ochrony powierzchni przy eksploatacji na dużych głębokościach nie może być rozpatrywany w aspekcie ochrony filarami, ale tylko przez stosowanie odpowiednich przedsięwzięć górniczo-technicznych w zakresie techniki i technologii wybierania złoza. Pozostawienie bowiem jakichkolwiek filarów (niewybranych partii złoza) na tych głębokościach może być poważną przyczyną wytwarzania się wzmożonej (niebezpiecznej) koncentracji ciśnień nie tylko w pozostawianych filarach, ale również w górotworze, szczególnie w warstwach sztywnych, powodując poważne zagrożenia dla eksploatacji złoza w całym obszarze.

Również ochrona szybów przy pomocy filarów przyszybowych staje się nie efektywna, a nawet może okazać się szkodliwa dla utrzymania rury szybowej. W tych warunkach staje się niezbędnym stosowanie obudowy szybowej elastycznej podatnej w kierunkach pionowym i poziomym, przystosowanej do wzmożonych ruchów skał, umożliwiającej całkowite wybieranie złoza.

3. Kierunki technicznych przedsięwzięć i zadania dla badań

3.1. W zakresie geomechaniki górotworu

W świetle przytoczonych w poprzednich rozdziałach ocenie sytuacji techniczno-górniczej, jak wytwarza się w związku z eksploatacją na dużych głębokościach, rośnie znaczenie badań analitycznych (podstawowych) nad zagadnieniami dotyczącymi zjawisk ciśnienia i ruchów skał w górotworze naruszonym, robotami górniczymi. Należy stwierdzić fakt, że dotychczasowy rozwój badań analitycznych w geomechanice górotworu jest znacznie opóźniony w stosunku do rzeczywistych potrzeb oraz w stosunku do badań eksperymentalnych prowadzonych w naturalnych warunkach oraz laboratoriach.

Analityczne badania w mechanice górotworu nie wyszły jeszcze ze stanu rozwiązania prostych zadań dotyczących wyrobisk górniczych rozpatrywanych w jednorodnym ciągłym ośrodku, przy symetrycznych układach obciążeń i deformacji, sprężystych lub idealnie plastycznych deformacjach skał, rzadko przy uwzględnianiu niektórych form reologicznych deformacji, albo dotyczy warunków bliskich przedstawionym.

Rezultaty tych badań mogły być wykorzystane w praktyce z wystarczającym prawdopodobieństwem dla rozwiązania niektórych jedynie problemów z szerokiego zakresu realnych warunków. Sytuacja ta jeszcze bardziej komplikuje się w warunkach górniczych występujących na dużych głębokościach eksploatacji.

Rodzi się konieczność znacznego uintensywnienia badań w tej dziedzinie zarówno podstawowych (analitycznych), jak i eksperymentalnych i rozwojowych oraz znacznego rozszerzenia ich zakresu problematyki.

Należy podkreślić dotychczasową szczupłość i niedostateczność badań w zakresie mechanicznych własności skał, ich fizycznego zachowania się "in situ" oraz prawie kompletny brak badań nad poznaniem własności górotworu jako ośrodka w kontekście wzajemnego wpływu własności poszczególnych jego strukturalnych składników. Szczególnie mało wykonano prac i badań w zakresie poszukiwań metod i form ochrony wyrobisk, rozwiązań efektywnych systemów współpracy obudowy wyrobisk z górotworem, szczególnie w kapitalnych i przygotowawczych wyrobiskach.

Do tej pory nie podjęto i nie opracowano tak istotnego zagadnienia jak opracowanie wiarygodnej metodyki prognozowania objawów ciśnienia górnictwa (koncentracji naprężeń i ruchów skał) przy kolejnej eksploatacji poziomów. Odczuwa się brak pewnych i ekonomicznych metod obliczania obudów wyrobisk kapitalnych i jak również innych wyrobisk górniczych, szczególnie dla trudnych, złożonych warunków górniczych występujących na większych głębokościach. Dotyczy to również metodyki i zasad opracowania optymalnych charakterystyk obudów w warunkach wzajemnego oddziaływania górotwór - obudowa.

Oczekują rozwiązania dwa podstawowe, kompleksowe zadania warunkujące rozwój bezpiecznej i efektywnej technologii eksploatacji złóż na większych głębokościach, a mianowicie:

- poznanie fizyki oraz mechanizmu wytwarzania się obszarów wzmoczonej koncentracji naprężeń w masywie górotworu przy kolejnej eksploatacji poziomów, metody prognozowania tych zjawisk oraz ich zwalczania w różnych warunkach naturalnych i przy dużych głębokościach,
- opracowanie skutecznych metod ochrony wyrobisk górniczych oraz zachowania się stateczności skał wokół wyrobisk, wiarygodnych metod określania obciążeń obudowy wyrobisk korytarzowych i wybierkowych, jak również optymalnych parametrów wzajemnego oddziaływania górotwór - obudowa.

Wysiłki badawcze nad opracowaniem wiarygodnych hipotez i metod obliczeniowych powinny zdążyć po linii opracowania matematycznych modeli, w których z większą niż dotychczas dokładnością dałoby się opisać ośrodek górotworu z uwzględnieniem anizotropii reologii i innych istotnych własności górotworu.

Rozległe i interesujące badania w tych dziedzinach ze szczególnym uwzględnieniem problematyki dużych głębokości są prowadzone w laboratoriach i instytutach naukowo-badawczych ZSRR. Wymienić należałoby opracowania UNIMI w Leningradzie, Instytutu im. Skoczynskiego w Moskwie, Akademii Nauk Ukraińskiej SRR i wielu górniczych organizacji naukowych szeregu innych krajów.

Wykorzystanie wyników tych prac może znacznie przyspieszyć rozwiązania przytoczonych wyżej złożonych problemów geomechaniki górniczej.

3.2. W zakresie robót kapitalnych i przygotowawczych

Podstawową przyczyną trudności wykonywania i utrzymywania wyrobisk korytarzowych na większych głębokościach jest szeroko występująca, często gwałtownie, utrata stateczności elementów skał otaczających wyrobisko w wyniku wytwarzania niebezpiecznych obszarów granicznych naprężeń wokół wyrobiska, powodujących niszczenie struktury skały oraz intensywne, niesprężyste deformacje. Wszelkie techniczne przedsięwzięcia, zmierzające do ochrony stateczności skały, powinny zmierzać do zapobiegania wytwarzaniu się, względnie do likwidacji tych niebezpiecznych dla utrzymania wyrobisk stanów oraz powinny zabezpieczać stan równowagi w górotworze otaczającym wyrobisko.

Cel ten można uzyskiwać poprzez następujące główne kierunki działania:

- a) odprężanie (rozładowywanie) koncentracji naprężeń w obszarach szczególnie niebezpiecznych,
- b) zwiększanie wytrzymałości poszczególnych elementów masywu skalnego otaczających wyrobiska; w pierwszej kolejności w tych elementach, która najbardziej są narażone na niebezpieczne dla ich stateczności oddziaływania koncentracji naprężeń,
- c) stosowanie obudowy o dostatecznie wysokiej odporności i o charakterystyce mechanicznej przystosowanej do współpracy z górotworem w złożonych trudnych warunkach górotworu naruszonego.

Pierwsza grupa przedsięwzięć zmierzająca do odprężania górotworu, w którym prowadzone są wyrobiska, może bardzo skutecznie wpłynąć na ograniczenie możliwości wytworzenia się granicznych naprężeń. Przedsięwzięcia tej grupy mogą polegać między innymi na odprężaniu górotworu wyeksploatowaniem optymalnie obranego pokładu przy odpowiednio bezpiecznym systemie kierowania stropem lub może dotyczyć innych systemów i metod umożliwiających rozładowanie naprężeń w masywie górotworu, np. metodami głębokiego torpedowania lub innymi sposobami.

Druga grupa zagadnień może dotyczyć tamponażu szczelin oraz scalania górotworu metodami fizycznymi i chemicznymi. W rezultacie tych poczynań można by uzyskać w słabszych elementach górotworu otaczającego wyrobisko obszary wzmocnionych skał o dostatecznej wytrzymałości dla przeciwstawienia się wzmożonym ciśnieniom, hamując rozwój obszarów deformacyjnych oraz zapewniając dostateczną stateczność wyrobiska. W tak wytworzonych warunkach obudowa wyrobiska miałaby znacznie uproszczone zadanie, sprowadzające się w zasadzie do osłony odkrytych powierzchni skał.

Najbardziej istotnym dla zapewnienia stateczności wyrobiska jest zespół zagadnień dotyczących trzeciego kierunku przedsięwzięć, a mianowicie opracowania optymalnych dostatecznie statycznych rozwiązań obudowy. Obejmować one mogą następujące ważniejsze problemy:

- a) Dobór racjonalnej charakterystyki technicznej obudowy dla określonych typowych górniczo-geologicznych warunków. Obudowa powinna charakte-

ryzować się dostateczną odpornością (sztywnością) dla przeciwstawienia się przemieszczaniu skał do wyrobiska zarówno skały osłabionej przy konturze wyrobiska, jak również mas skalnych wyciskanych ze słabych elementów górotworu otaczającego wyrobiska (np. wyciskanie spągów, ociosów, osiadania słabszych stropów).

Równocześnie obudowa nie powinna zbyt ulegać przeciążeniu, tzn. nie powinna przeciwstawiać się tym przemieszczeniom skał, które są albo nieszkodliwe dla stateczności wyrobiska (np. odkształcenia sprężyste lub plastyczne występujące w pobliżu przodka), względnie, które są trudne do pokonania i wymagające zbyt wysokiej podporności obudowy. Innymi słowy, obudowa nie może być zbyt sztywna i przeciwstawiająca się wszelkim ruchom skał do wyrobiska, konstrukcja jej będzie nieekonomiczna. Również obudowa nie może być zbyt podatna, żeby nie dopuścić do większych deformacji skał i utraty stateczności wyrobiska.

Należy dla każdego konkretnego i typowego układu warunków górotworu opracować optymalne parametry podporności obudowy i jej podatności, warunkujących optymalne warunki współpracy obudowy z górotworem z uwzględnieniem reologii przebiegu zjawisk.

b) Wyłania się problem niezbędnej konfrontacji zasadniczego schematu i mechanicznej charakterystyki obudowy ze sposobami drążenia i utrzymania wyrobisk, a parametrami wyrobiska oraz z własnościami skał np. dla warunków skał dostatecznie zwięzłych należy dążyć do opracowania systemów obudów bezstojakowych, jak obudowa kotwiova, siatkowa, terkretowanie odkrytych powierzchni itp.

Dla warunków natomiast mało zwięzłych skał, szczególnie spągów i ociosów skłonnych do większych deformacji w czasie, wyłania się problem drążenia wyrobiska szerszym frontem, wykonania ostatecznego wyrobiska w otoczeniu pasów podsadzki i przy obudowie o dostatecznej podporności i podatności. Względnie wyłania się problem opracowania systemów obudowy o kombinowanym systemie współpracy z górotworem opartym na wzajemnym oddziaływaniu deformującej się skały i reakcji obudowy przy zadanym obciążeniu.

c) Istotnym również staje się problem zabezpieczenia równomiernego obciążenia obudowy na całym przekroju wyrobiska; przy mechanicznym drążeniu wyrobiska taka możliwość wykonania regularnych powierzchni wyrobiska istnieje. Przy innym systemie drążenia może okazać się celowe stosowanie za obudową wytrzymałych i dostatecznie elastycznych "poduszek" z wytrzymałej masy (np. anhydrytowej lub innych roztworów) wykonywanych mechanicznymi sposobami.

d) Szczególnie złożona problematyka występuje w zakresie utrzymania wyrobisk szybowych. Przy założeniu eksploatacji bezfilarowej na większych głębokościach, wyłania się problem systemu obudowy szybów dostatecznie elastycznej, przystosowanej do współpracy z górotworem naruszonym eksplo-

atacją i podlegającej intensywnym obciążeniom pionowym i poziomym, szczególnie w warstwach skał o mniejszej zwięzłości.

Przy tym wyłania się generalny problem opracowania materiałów o odpowiednio wysokich parametrach wytrzymałościowych, wodnieprzepuszczalności i elastyczności, które mogłyby zastąpić stosowane obecnie powszechnie materiały betonowe, nie przystosowane do warunków górniczo-geologicznych występujących w głębokich szybach.

Przedstawione wybrane problemy zmierzające do rozwiązania podstawowego zagadnienia dla utrzymania i eksploatacji wyrobisk górniczych, jakim jest prawidłowa współpraca naruszonych skał wokół wyrobiska z obudową, ilustrują dużą złożoność zagadnienia i wskazują na potrzebę podjęcia programowych szerokich badań w tej dziedzinie. Reasumując przedstawione uwagi można sugerować następujące podstawowe kierunki badań w tej dziedzinie:

- rozwiązanie problemu odprężania górotworu dla likwidacji niebezpiecznych koncentracji naprężeń
- scalanie górotworu dla wytworzenia wzmocnionych obszarów wokół wyrobiska współpracujących z obudową. W tym celu należałoby podjąć kompleksowe badania nad metodami zestalania skał przy pomocy metod chemicznych, ogniowych, elektrochemicznych itp. jak również nad doskonaleniem metod mechanicznego kotwienia skał,
- rozwiązanie systemów i metod efektywnej ochrony i utrzymania wyrobisk poziomych i pionowych oraz opracowanie systemów i metod obudowy współpracującej z górotworem w warunkach intensywnych niesprężystych deformacji.

Równolegle wymagana jest kontynuacja prac badawczych i eksperymentalnych nad rozwiązaniem ekonomicznych obudów dla wyrobisk drażnionych w zwięzłych skałach, jak bezstojakowy system obudowy, udoskonalone systemy kotwienia z połączenia z metalowymi siatkami dostatecznie wytrzymałymi i elastycznymi oraz z torkretowaniem wyrobiska odpowiednimi roztworami (mieszaninami) szybko wiążącymi i dostatecznie wytrzymałymi.

3.3. W dziedzinie robót eksploatacyjnych można podkreślić następujące główne problemy, od rozwiązania których zależeć będzie w dużym stopniu dalszy postępowy rozwój technologii wybierania złóż na dużych głębokościach.

a) Metody i systemy kierowania stanami koncentracji naprężeń w masywie górotworu w całym określonym obszarze górniczym. Problem ten odgrywający małą rolę na mniejszych głębokościach będzie miał zasadniczy wpływ na bezpieczne i ekonomiczne warunki eksploatacji złóż na dużych głębokościach. Należałoby opracować:

- metody i środki wglębnej (zdalnej) kontroli zmiany stanu naprężeń w wybranych warstwach górotworu (np. w grubszych zwięzłych warstwach piaskowców lub łupków piaszczystych). Do współpracy należałoby włączyć system czujników pomiarowych kontrolowanych przez minikomputer.

- systemy i metody likwidacji zlokalizowanych koncentracji naprężeń, np. przez eksploatację wybranych pokładów, odprężanie metodami wgłębnego torpedowania, nawet z wykorzystaniem fizyki jądrowej itp.,
- kompleksowe systemy kolejnej eksploatacji poziomów przy pełnym kierowaniu ciśnieniem górotworu w masywie. Prace te powinny być prowadzone w ścisłej konfrontacji z badaniami analitycznymi w zakresie geomechaniki górotworu, o których była mowa w poprzednim rozdziale.

b) W zakresie projektowania eksploatacji złóż wyłania się problem przy stosowaniu istniejących systemów i technologii przygotowania i wybierania złoża do warunków geotechnicznych i naturalnych występujących na dużych głębokościach. Problem objąby między innymi następujące podstawowe zagadnienia:

- systemy udostępnienia i przygotowania złoża do eksploatacji, np. zastosowanie kamiennego szkieletu robót kapitalnych i przygotowawczych, zakładanie systemu robót korytarzowych (przygotowawczych) w zwieszonych partiach górotworu, powodując równocześnie jego wstępne odprężenie, rozwiązanie systemu i techniki drążenia i utrzymania wyrobisk (szerokim lub wąskim przodkiem, itp.),
- ciągła eksploatacja złoża bez pozostawienia jakichkolwiek filarów w złożu,
- kierowanie stropem przy stałym kontrolowanym jego wpływie na kształtowanie się stanów naprężeń w górotworze. Przyjęcie jako zasadniczego systemu kierowania stropem - system z zawałem stropu - jako najwłaściwszej i najbardziej skutecznej metody odprężenia masywu górotworu,
- pełna integracja górnicza i techniczna wyrobiska eksploatacyjnego (ściany) z wyrobiskami przygotowawczymi dla utrzymania jednolitego reżimu kierowania ciśnieniem eksploatacyjnym,
- opracowanie technologii wybierania w systemie do granic pola z utrzymaniem chodników eksploatacyjnych w zawale (w odprężonym górotworze) przy maksymalnym ograniczeniu robót przygotowawczych w pokładzie.

c) Istotnym staje się problem kierowania stropem przy zastosowaniu bezpiecznych systemów obudowy, przystosowanych do intensywnych i często gwałtownych ruchów skał, jak również, co należy szczególnie podkreślić w warunkach dużych głębokości, do skał bezpośredniego stropu (jak i spągu) o zniszczonej ciągłości (zwieszłości) na skutek dużej koncentracji ciśnień w rejonie czoła ściany. Obudowa powinna umożliwiać minimalne odkrywanie powierzchni stropu w przodku oraz umożliwiać całkowitą (pełną) osłonę skał w wyrobisku ścianowym.

Najwłaściwszym systemem dla tych warunków może być system obudowy osłonowo-podporowy o elementach nośnych (podporowych) i osłonowych (tarcze przy stropowe i przyspągowe) o wysokiej odporności i wytrzymałości.

Elementy nośne obudowy powinny być przystosowane do pokonywania gwałtownych (dynamicznych) obciążeń, natomiast elementy osłonowe do pokonywania większych zesrodkowanych sił, w wyniku ruchów rozluźnionych skał stropu i spągu.

Rozważania wymaga system przesuwania (kroczenia) obudowy przy stałym obciążeniu bez cyklicznego odprężenia i rozpierania obudowy oddziaływującego szczególnie niekorzystnie w warunkach dużej koncentracji ciśnienia eksploatacyjnego.

d) W zakresie mechanizacji urabiania: wzrost głębokości eksploatacji powoduje znaczną koncentrację ciśnienia eksploatacyjnego w czole frontu wybierania (w czole ściany). Zjawisko to może sprzyjać urabianiu złoże przy odpowiednim kierowaniu stropem. Zjawisko to również, jak poprzednio podkreślono, ma wpływ ujemny na zwięźłość stropu w czole ściany. Określone tak warunki górnicze wymagają zastosowania metod urabiania frontu systemami potokowymi przy możliwie wąskim zabiorze. W tych warunkach wydają się najbardziej odpowiednie systemy wybierania za pomocą strugów współpracujących z obudową osłonowo-podporową. Taki układ mechanizacji wybierania i ochrony stropu najbardziej byłby przystosowany do współpracy z górotworem, zapewniając możliwie ciągły posuw frontu oraz równoczesną podbudowę odkrywanego stropu.

Układ mechanizacyjny powinien pracować w systemie automatycznym ze względu na niebezpieczne i trudne warunki wynikające z dużych obciążeń calizny wzmożonym ciśnieniem eksploatacyjnym.

3.4. W świetle przedstawionych poprzednio zjawisk geomechaniki oraz warunków górniczych, występujących na dużych głębokościach eksploatacji złóż staje się istotnym problem przystosowania do tych warunków technologii wybierania złóż w warunkach skrzepowanych (w ramach filarów ochronnych pod obiektami w górotworze na powierzchni i przy szybach).

- Głębokość eksploatacji jak było podkreślone wytwarza dostatecznie korzystne warunki dla ochrony powierzchni przed szkodliwymi wpływami podziemnej eksploatacji. Uwzględniając również podstawowy fakt szkodliwego wpływu pozostawionych filarów w złożu na stan równowagi w górotworze oraz ewentualne olbrzymie straty złoże, wyłania się jedyny uzasadniony geotechnicznie i ekonomicznie system bezfilarowej eksploatacji złóż na większych głębokościach. Należy przy tym jeszcze podkreślić, że wieloletnie doświadczenia w wybieraniu filarów ochronnych oraz wyniki badań teoretycznych w tym zakresie, szczególnie odnośnie minimalizacji wpływów eksploatacji, wskazują na celowość górnictwem i ekonomiczną powszechnego prowadzenia na większych głębokościach technologii wybierania złóż w warunkach skrzepowanych ochroną obiektów z zastosowaniem kierowania stropem na zawał - przy ewentualnym technicznie i ekonomicznie uzasadnionym dodatkowym zabezpieczeniu chronionych obiektów.
- Należałoby podjąć badania dla wytypowanych filarów (nowe poziomy, nowe kopalnie) i opracować kompleksowy program eksploatacji całego złoże z programem przedsięwzięć ewentualnej ochrony obiektów chronionych przed wystąpieniem wpływów.

- W zakresie technologii wybierania złoża w rejonach przyszybowych (dotychczasowe pojęcie filarów szybowych) rośnie celowość uintensywnienia badań przemysłowych nad stosowaniem systemów wybierania umożliwiających maksymalne ograniczenie wpływów wybierania na rurę szybową (systemy kolejnych frontów, systemy wachlarzowe itp.) wybieranie ze wstępnym odwadnianiem górotworu zawodnionego oraz z zastosowaniem elastycznych konstrukcji obudów szybowych.

3.5. Dla zapewnienia bezpiecznych i możliwie optymalnych pod względem górniczo-technicznych warunków eksploatacji złoża na kolejnych coraz głębszych poziomach staje się w pełni uzasadnionym podjęcie opracowania kompleksowych systemów eksploatacji złoża zalegającego w poszczególnych jednostkach górotworu, niezależnie od istniejących granic obszarów górniczych, wydzielonych istniejącymi warunkami tektonicznymi, na przykład, uskokami lub innymi zaburzeniami tektonicznymi ograniczającymi przenoszenie się wpływów eksploatacji.

Problem objąby między innymi:

- harmonijną eksploatację wszystkich pokładów złoża przy założeniu minimalizacji wpływów, szczególnie pod kątem zapobiegania wzmożonej koncentracji naprężeń w związłych warstwach górotworu,
- skoordynowaną eksploatację złoża pod kątem minimalizacji wpływów na obiekty chronione (w górotworze i na powierzchni) z programem przedsięwzięć ich ochrony,
- program kontroli wzmożonych stanów naprężeń w masywie górotworu oraz metody i środki dla ich zwalczania.

4. Zakończenie

Przedstawione w opracowaniu problemy techniczno-górnice wynikające z wytwarzających się warunków górniczych przy eksploatacji na dużych głębokościach nie wyczerpują problematyki złożonej - nowej dziedziny nauki i techniki górniczej. Celem opracowania jest możliwie obiektywne scharakteryzowanie wytwarzającej się sytuacji górniczej oraz uwypuklenie potrzeby podjęcia intensywnych badań nad rozwiązaniem przedstawionych ważniejszych zadań. Rozwój bowiem bezpiecznej postępowej i ekonomicznej technologii robót górniczych na dużych głębokościach wymaga - co na pewno niewątpliwe - znacznego uintensywnienia badań naukowych i eksperymentalnych dla rozwiązania przedstawionych zadań w najbliższej przyszłości.

W opracowaniu ograniczono się jedynie do problematyki związanej ze wzrostem ciśnienia górniczego i opanowania jego skutków, względnie przeciwdziałania i.m. •

Równolegle, jak wspomniano na wstępie opracowania, wyłaniają się również pilne problemy wymagające intensywnych badań i rozwiązań w takich dziedzi-

nach, jak: zagrożenia środowiska górniczego (pył, metan, wyrzuty gazów i skał) komfortu pracy (klimatyzacja, intensywna wentylacja), transportu urobku, szczególnie w wyrobiskach pionowych, szerokich studiów wymagają również problemy projektowania eksploatacji złóż.

Wiele zagadnień poruszonych w opracowaniu jest już obecnie przedmiotem badań naukowych i rozwojowych. Nie są one jednak naszym zdaniem wyraźnie ukierunkowane tak odnośnie zakresu badań jak i celu. Dlatego wydaje się nam celowym i pożytecznym dla dalszego rozwoju techniki i nauki górniczej w nowych geotechnicznych i górniczych warunkach wytwarzających się na większych głębokościach eksploatacji, stworzenie pewnych wyraźnych form koordynacji działalności naukowej i rozwojowej w tej dziedzinie, np. w ramach odpowiednio opracowanych koordynacyjnych programów badań obejmujących badania podstawowe, rozwojowe i wdrożeniowe z nakreśleniem odpowiednich obowiązków dla poszczególnych instytucji naukowych badawczych i rozwojowych.

LITERATURA

1. Исследования проявления горного давления на глубоких горизонтах шахт - Сборник Трудов ВНИИГ - Ленинград 1971.
2. G.Ł. Fisienko: Problemy gornowo dawlenija i sdwiżenija gornych parod pri rozrabotkie głubokich gorizontow uolnymi szachtami i razrezami - Sbornik Trudow WNIMJ - 1971.
3. Ł.D. Szewiakow: Problemy razrabotki miestorożdieni Donbassa na bolszich głubinach - Ugliechizdat. 1955.
4. W.T. Głuszko: Projawlenija gornowo dawlenija w głubokich szachtach - Akademiya Nauk ZSRR. Instytut Geotekhnicheskoy Mechaniki - Kijew 1971.
5. M. Borecki, A. Kiedybiński: Warunki geotekhniczne eksploatacji węgla z duzych głubokosci. "Przegład Górniczy" nr 5 1966.
6. M. Borecki: Zachowanie się skał w układach jednoosiowych obciążen wysokociśnieniowych ze skrępowanym odkształceniem poprzecznym. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria "Górnictwo", Gliwice 1971.
7. M. Borecki, M. Chudek: Mechanika górotworu. Wydawnictwo "Śląsk", Katowice 1972.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ
НА БОЛЬШОЙ ГЛУБИНЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Р е з ю м е

Доклад, прочитанный на заседании Секции горнопромышленной технологии Комитета горной промышленности ПАН, обсуждает горнотехническую проблематику, обусловленную эксплуатацией месторождений на большой глубине.

Представлен анализ геотехнических условий, возникающих на глубоких горизонтах эксплуатации, а также их влияние на технологию горных работ.

Обсуждены важнейшие направления основных исследований, а также относящихся к развитию, обоснованных новыми горноэксплуатационными отношениями.

Подчеркнута необходимость быстро предпринять комплексные исследования и технические работы в этой области.

PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY
OF MINING AT GREAT DEPTHS

S u m m a r y

This paper, delivered at the meeting of the department of Mining Technology at the Committee of Mining, Polish Academy of Science, discusses the problem of the technology of mining at great depths. The author analyses the geotechnical conditions which are encountered in the case of deep exploitation, as well as their influence upon the technology of mining activities.

There are also discussed the more important trends in both fundamental and evolutionary researches, which have become necessary due to the existence of new relations in the exploitation of mining resources. The urgency of taking up complex investigations in this line, as well as technical work, has been stressed.