

Jan PEĆCIAK

ZACHOWANIE SIĘ GÓROTWORU W OBREMBIE WYROBISKA ŚCIANOWEGO

Streszczenie. W artykule omówiono podstawowe zagadnienia dotyczące zachowania się górotworu w obrębie wyrobiska ścianowego podczas eksploatacji. Przedstawiono procesy, jakim podlegają skały, omówiono tworzenie się i rozwój spękań skał stropowych, wpływ czasu i prędkości eksploatacji na kształtowanie się deformacji górotworu, jak i kilka innych niezwykle istotnych dla praktyki górniczej procesów zachodzących w górotworze.

LE COMPORTEMENT DU MASSIF ROCHEUX A L'INTERIEUR DU CHANTIER D'ABATTAGE

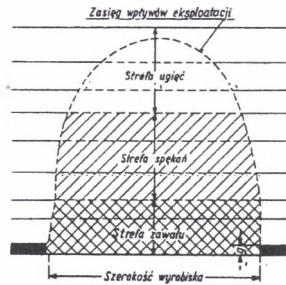
Resume. L'article touche des problèmes fondamentaux qui concernent le comportement du massif rocheux à l'intérieur du chantier d'abatage pendant l'exploitation. On a présenté des processus auxquels sont soumis les roches, on a élaboré la création et le développement des fissures de roches du plafond, l'influence du temps et de la vitesse de l'exploitation sur la formation de déformation du massif rocheux, ainsi que d'autres processus qui se produisent dans le massif rocheux et qui sont essentiels pour la pratique minière.

Wstęp

Eksploatacja złóż powoduje zachwianie pierwotnego stanu naprężeń górotworu. Wprowadza nieodwracalne zmiany w jego budowie. Powstają nowe rozkłady naprężeń, odkształceń i przemieszczeń. Liczne i obszernie badania [3, 7, 11, 15 i inne] przyczyniają się do dokładnego zapoznania się ze zjawiskami, jakie są uruchamiane w czasie ingerencji człowieka w górotwór, umożliwiając dalsze doskonalenie metod eksploatacji, minimalizację szkód górniczych, poprawę bezpieczeństwa pracy czy innych zagadnień.

1. Górówór naruszony eksploatacją

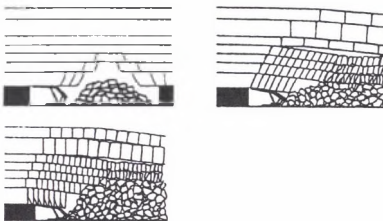
Zmieniający się stan naprężeń spowodowany wybraniem pewnej przestrzeni uruchamia procesy deformacyjne, wprowadzając do górówora tak zwaną „strefę odprężenia” (rys. 1).



Rys. 1. Strefy zawalu, spękań i ugięć

Fig. 1. Les sphères de l'effondrement, des fissures et des abaissements

Górówór odprężony to spękane warstwy powstające w wyniku działania zwiększonego ciśnienia przed frontem ściany (ciśnienie pierwotne + ciśnienie eksploatacyjne) i uginania się warstw za frontem. Spękania powiększają się z czasem wskutek przemieszczania mas skalnych w kierunku przestrzeni poeksploatacyjnej. Pierwsze spękania występują w stropie bez pośrednim nad pustką eksploatacyjną (rys. 2).



Rys. 2. Zachowanie się stropu pokładu w poszczególnych fazach prowadzenia ściany: a) rozruch ściany, b) okres niepełnego zawalu, c) okres pełnego zawalu

Fig. 2. Le comportement du plafond de gisement dans les phases particulières de l'exploitation de la taille: a) le démarrage de taille, b) la période de l'effondrement non-plein, c) la période de l'effondrement plein

W miarę postępu eksploatacji miejsce występowania spękań przesuwa się w kierunku czoła przodka, by po osiągnięciu dostatecznie dużego wybiegu ściany przesunąć się przed czoło ściany. Nad eksploatowanym pokładem wyróżnić można strop bezpośredni, fałszywy i zasadniczy, a także zjawisko ugięcia stropu.

Strop bezpośredni - tworzą go warstwy skał nad pokładem, załamujące się bezpośrednio po usunięciu obudowy, przechodząc w chaotyczne rumowisko skalne. Warstwy te posiadają gęstą sieć płaszczyzn osłabionej wytrzymałości pierwotnej i wtórnej.

Strop zasadniczy - tworzą go warstwy skał sztywnych (skały mocne i bardzo mocne), które posiadają rzadszą sieć szczelin. Strop ten znajduje się nad stropem bezpośrednim (eksploatacja na zawał) lub w przypadku eksploatacji z podsadzką - nad pokładem.

Strop ten obniżając się w kierunku wybranej przestrzeni powinien zachowywać swą ciągłość; gdy tak nie jest, załamuje się dużymi blokami, powodując wstrząsy górotworu.

Stropem fałszywym - nazywa się cienką warstwę stropu bezpośredniego, która opada po urobieniu calizny, nie dając właściwego podparcia dla stropu zasadniczego, ponieważ między gruzowiskiem a stropem znajduje się pusta przestrzeń – gruzowiska skalnego jest za mało.

Ugięcie się stropu - zjawisko to zachodzi, gdy warstwy stropu łagodnie osiadają na śpągu wyrobiska, zachowując swą ciągłość. Im warstwy znajdują się wyżej ponad pokładem, tym później rozpoczyna się ich ruch.

2. Prowadzenie ściany

Okres rozruchu ściany jest to okres od momentu rozpoczęcia pracy ściany do osiągnięcia pierwszego pełnego zawału. Wraz z powiększaniem się wybiegu ściany wyróżnić można fazy prowadzenia ściany, które różnią się przebiegiem zjawisk zachodzących w stropie (rys. 2).

Faza rozruchu - w czasie tej fazy już po kilku metrach pojawiają się w stropie bezpośrednim szczeliny nachylone w kierunku czoła przodka. W miarę zwiększania wybiegu ściany szczeliny zbliżają się do obudowanej części wyrobiska. Oddziaływanie obudowy na strop jest w tym okresie niewielkie.

Faza niepełnego zawału - rozpoczyna się, gdy w obrębie wyrobiska ścianowego pojawiają się szczeliny, powiększające się razem z wybiegiem ściany. Pustka poeksploatacyjna zostaje wypełniona przez gruzowisko skalne, ale gruzowisko to nie daje odpowiedniego podparcia dla stropu zasadniczego, powodując znaczne obciążenie obudowy, a to stwarza poważne trudności z utrzymaniem wyrobiska (zaleca się w tej fazie wzmocnienie obudowy).

Faza pełnego zawału - rozpoczyna się rozprzestrzenianiem zawału w wyższe warstwy skał stropowych. Tu kończy się okres rozruchu ściany. Szczeliny tworzą się przed czołem ściany nad calizną węglową, a ich zasięg uzależniony jest od rodzaju skał, jak i podporności obudowy.

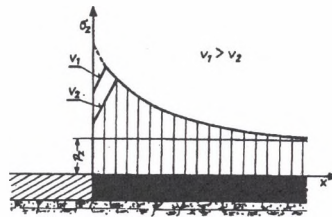
Z reguły w ścianie znajdującej się w normalnym ruchu obudowa zmechanizowana nie osiąga roboczej podporności nominalnej, pracuje w zakresie niewiele większym od podporności wstępnej. Obudowa pracuje, podpierając i utrzymując kontakt bloków skalnych rozpartych z jednej strony na gruzowisku zawałowym z drugiej na caliznie.

3. Ciśnienie eksploatacyjne

Na podstawie licznych obserwacji i badań przeprowadzonych w kraju i na świecie stwierdzono, że w sąsiedztwie czoła ściany ma miejsce koncentracja naprężeń [2, 4, 8, 13, 16, 17, 18]. Przyczyną powstania koncentracji naprężeń jest osiadanie odsłoniętego stropu do przestrzeni roboczej. Osiadanie to jest uzależnione od sztywności stropu i pokładu, podporności obudowy oraz ściśliwości zrobów. Zgodnie z teorią fali ciśnień, ciśnienie eksploatacyjne jest tym większe, im:

- większa jest głębokość eksploatacji,
- bardziej sztywny jest pokład w stosunku do sztywności stropu,
- bardziej wytrzymałe są warstwy stropowe.

Teoretycznie maksymalna wielkość ciśnienia eksploatacyjnego występuje w czole ściany i maleje w miarę oddalania się od niego w głąb calizny. Ciśnienie eksploatacyjne jest tym większe, im większa jest długość wspornika stropowego. Istotne znaczenie ma wielkość postępu eksploatacji. Jeśli postęp jest duży, czas wybierania czoła ściany może być krótszy od czasu potrzebnego do odprężenia pokładu, powodując zbliżanie się strefy o ciśnieniach maksymalnych do czoła ściany. Przy małych postępach ciśnienie to jest niższe w czole przodka, a maksymalną swą wartość osiąga w głębi calizny węglowej. Wynika stąd, że wielkość ciśnienia eksploatacyjnego może być uzależniona od prędkości postępu eksploatacji (rys. 3).



Rys. 3. Wpływ postępu frontu eksploatacyjnego na wartość ciśnienia eksploatacyjnego
 Fig. 3. L'influence de l'avancement de l'exploitation sur la valeur de pression d'exploitation

Przesunięcie to może być również uzasadniane ścisłością calizny węglowej w pobliżu krawędzi eksploatacyjnej. Wraz ze wzrostem ścisłości calizny węglowej wartość naprężeń ściskających maleje - wynika stąd, że maksymalne ciśnienie eksploatacyjne wystąpi w miejscu, gdzie obniżenie stropu nad calizną węglową licząc od czoła przodka będzie równe zero, i od tego miejsca ciśnienie to dalej w głąb calizny będzie malało.

Jak wykazują pomiary dołowe, przy przekroczeniu głębokości 500 m miejsce maksymalnych ciśnień eksploatacyjnych (koncentracja naprężeń) przesuwa się w głąb calizny. Na głębokości przekraczającej ok. 500 m wielkość ciśnienia eksploatacyjnego przekracza wytrzymałość węgla na ściskanie. Następuje rozgniatanie pokładu.

4. Współpraca stropu i obudowy

Stropy wyrobisk ścianowych wykazują zróżnicowaną zdolność do odkształcania się. Odkształcanie stropu polega głównie na jego osiadaniu. Jest to możliwe dzięki spękaniam, jakim ulegają warstwy skał, tworzące strop. Spękania te tworzą się począwszy od strefy zwiększonego ciśnienia przed ścianą. Wskutek spękań warstwy skalne tracą swoją ciągłość fizyczną zachowując tylko ciągłość geometryczną. Stają się tzw. warstwami odprężonymi, składającymi się z poszczególnych bloków, silnie z sobą szczepionych i wzajemnie do siebie dociskanych. Dociskająca siła jest wynikiem dążenia skały do zwiększenia swojej objętości po odjęciu naprężenia (tu: ruchem mas skalnych powodujących powstanie szczeliny).

Podstawowym zadaniem obudowy jest zabezpieczenie przestrzeni roboczej przed zawaleniem lub opadem skał stropowych. W celu zabezpieczenia przestrzeni roboczej należy dobrać tak podporność obudowy, aby mogła ona przejąć ciężar skał budujących strop bezpośredni uniemożliwiając powstawanie pustek między warstwami wyżej leżącymi oraz tak rozłożyć podporność, by była bardzo duża przy czole ściany i malała w kierunku zrobów - dla syste-

mów z zawałem stropu. Dla systemów z podszatką hydrauliczną i suchą korzystniejsze jest, jak wykazała praktyka, równomierne rozłożenie podporności obudowy. Nie należy wybierać obudów o zbyt dużej podporności, ponieważ rozpieranie jej w ścianie może spowodować powstawanie dodatkowych spękań niszczących strop.

5. Wpływy eksploatacji na górotwór

Ruchy górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej są jednoznacznie określone, jeśli znane są równania trzech składowych przemieszczenia w funkcji współrzędnych punktów górotworu (x, y, z) i czasu t .

$$u = (x, y, z, t)$$

$$v = (x, y, z, t)$$

$$w = (x, y, z, t)$$

gdzie:

u, v, w – składowe przemieszczenia w kierunku osi odpowiednio x, y, z .

Wpływ eksploatacji podziemnej na górotwór obrazują wskaźniki deformacji: obniżenie terenu W , nachylenie terenu T , krzywizna K , promień zasięgu wpływów głównych R , przesunięcie poziome U , odkształcenie poziome ε .

Prognozowanie wpływów eksploatacji na powierzchnię (obiekty) sprowadza się do określenia tych wskaźników (wielkości maksymalnych lub dopuszczalnych dla obiektów).

Wpływ eksploatacji podziemnej na górotwór zalegający w nadkładzie złoża można określić podobnie do wpływów wyznaczanych na powierzchni przy uwzględnieniu w miejscu występowania promienia zasięgu wpływów głównych na powierzchni - R , promienia oddziaływań eksploatacji wewnątrz górotworu - r_z . Wartość tego promienia zmienia się wewnątrz górotworu zgodnie z zależnością (wg Budryka):

$$r_z = r \left(\frac{z}{H} \right)^k$$

gdzie:

r - promień zasięgu wpływów głównych na powierzchni,

z - odległość liczona od stropu eksploatowanego złoża do poziomu, na którym określa się promień oddziaływań eksploatacji wewnątrz górotworu r_z ,

H - głębokość eksploatacji liczona od powierzchni,
 k - współczynnik.

Według W. Budryka wartość współczynnika k powiązana jest z kątem zasięgu wpływów głównych na powierzchni β zależnością:

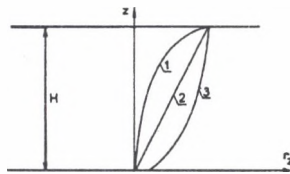
$$k = \sqrt{2\pi} * \operatorname{tg} \beta$$

Wartość współczynnika k jest tu znacznie większa od jedności.

Według badań na modelach piaskowych (D. Krzysztóń) wartość współczynnika k jest nieznacznie mniejsza od jedności i zaproponowano przyjmować w obliczeniach $k = 1$.

Inny wzór określający promień oddziaływań eksploatacji wewnątrz górotworu r_z podał B. Drzęźła w swojej metodzie prognozowania deformacji.

Różnice co do przebiegu zmienności parametru r_z wg powyższych autorów przedstawia rys.4:



Rys. 4. Przebieg zmienności parametru $r(z)$ w górotworze: 1 – wg W. Budryka, 2 – wg D. Krzysztóń, 3 – wg B. Drzęźła

Fig. 4. Le déroulement de la variabilité des paramètres $r(z)$ dans le massif: 1 – selon W. Budryk, 2 – selon D. Krzysztóń, 3 – selon B. Drzęźła

Podstawiając do odpowiednich wzorów $r = r_z$, można określić w odległości z liczonej od stropu eksploатовanego złoża: przemieszczenia pionowe $w(x)$, nachylenie $T(x)$, krzywiznę $K(x)$, przemieszczenia poziome $u(x)$, odkształcenia poziome $\varepsilon(x)$, odkształcenia pionowe $\varepsilon(z) = \frac{\partial w}{\partial z}$.

Za istotną wielkość charakteryzującą wpływy eksploatacji uważa się największą prędkość obniżeń powierzchni v_{max} , związaną głównie z prędkością posuwu frontu eksploatacji v_p , wartością obniżeń w_{max} , głębokością eksploatacji H i własnościami mechanicznymi górotworu.

Badania przeprowadzone w GIG-u doprowadziły do powstania wzorów wyrażających zależność między $v_{max(w)}$ i v_p dla kopalń GZW. Uproszczony wzór dla obliczania v_{max} ma postać:

$$v_{w \max} = \frac{v_p}{0,0185 + 0,00077 H}$$

Wartości $v_{max(w)}$ obliczane tym wzorem wykazują średnie odchylenia ok. 22% od wartości obserwowanych.

W praktyce prowadzenie szybkiej eksploatacji złóż może być zastosowane tylko dla określonych prędkości frontu eksploatacyjnego, przy zbyt dużych prędkościach występujące prędkości obniżen oddziałują szkodliwie na obiekty w zasięgu wpływów. Prędkość eksploatacji powinna być tak dobrana, aby prędkość obniżen nie przekraczała około 3 mm/d.

Badania teoretyczne [14] wykazują, że 10-krotne zwiększenie prędkości wybierania prowadzi do zmniejszenia się strefy pęknięć w górotworze w sąsiedztwie wyrobiska ścianowego przed frontem eksploatacji i przesunięcia się w pobliże czoła ściany strefy koncentracji największych naprężeń. Największe naprężenia główne odpowiadające dużej prędkości eksploatacji są o ponad 50% mniejsze od skoncentrowanych w większej odległości od wyrobiska naprężeń właściwych prędkości eksploatacji małej. Dziesięciokrotnemu zwiększeniu postępu robót wybierkowych towarzyszy ok. 7-krotne zmniejszenie się wartości wektora przemieszczeń górotworu ku wyrobisku ścianowemu i ok. 8-9-krotne zmniejszenie się obniżen stropu w obudowanej części wyrobiska.

Z innych ustaleń teoretycznych wynika, że przy szybkich eksploatacjach (dochodzących do 150 m/mies.) otrzymuje się teoretycznie dwukrotne, a nawet trzykrotne zmniejszenie deformacji w porównaniu z wartościami przy małych prędkościach wybierania.

Doświadczenia praktyczne uzyskane przy szybkich eksploatacjach nie potwierdzają jednak tak dużego zmniejszenia deformacji. Zaobserwowane największe nachylenia T dynamiczne są w porównaniu ze statycznymi mniejsze co najwyżej o 50%, a wartości odkształceń poziomych ϵ mniejsze o 30%.

6. Wpływ czasu na przemieszczenia górotworu

Przy omawianiu deformacji (wskaźników deformacji) należy uwzględnić wpływ czasu na zachowanie się górotworu. Maksymalne wartości deformacji mogą się bowiem ujawnić po zakończeniu eksploatacji bądź już w jej trakcie. Istotne jest tu opóźnienie wystąpienia deformacji terenu w stosunku do czasu rozpoczęcia pod nim eksploatacji, jak również intensywność przemieszczeń powierzchni terenu.

Przy określaniu wpływu czasu na przemieszczenia górotworu istotne jest określenie stosunku obniżenia końcowego danego punktu do jego obniżenia chwilowego - określenie współczynnika c zwanego współczynnikiem prędkości osiadania.

$$\frac{dw_t}{dt} = c(w - w_t)$$

$$w_t = w(1 - e^{-ct})$$

gdzie:

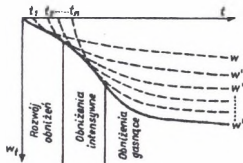
w – obniżenie końcowe analizowanego punktu,

w_t – obniżenie w określonym czasie (chwili),

t – czas.

Wartość tego współczynnika waha się w granicach od $c = 0,5 \text{ rok}^{-1}$ dla górotworu utworzonego z grubych i zwięzłych piaskowców, do $c = 7 \text{ rok}^{-1}$ dla górotworu utworzonego ze skał plastycznych, słabych lub naruszonych uprzednią eksploatacją.

Powyższe wzory wynikają z przyjęcia założenia, że przeznaczony do eksploatacji pole zostało wybrane w czasie $t=0$. Zwiększając liczbę kroków czasowych do t_n , otrzymuje się postęp eksploatacji zbliżony do ciągłego (rys. 5), a obwiednia poszczególnych krzywych obniżenia w funkcji czasu ma przebieg zbliżony do przebiegów stwierdzonych pomiarami niwelacyjnymi.



Rys. 5. Superpozycja wpływu czasu na osiadanie powierzchni

Fig. 5. La superposition de l'influence du temps sur l'abaissement de la surface

Rozwój obniżen w funkcji czasu wyróżnia trzy okresy:

- okres rozwoju obniżen - występuje po upływie pewnego czasu t od momentu dokonania eksploatacji pod danym punktem i trwa do ok. kilku tygodni,
- okres zwiększonej intensywności obniżen – ruchy punktu są najbardziej intensywne i trwają od około jednego miesiąca do kilku miesięcy,

- okres obniżeń gasnących - stanowią powolne obniżenia dążące do wartości końcowej. Czas trwania tych obniżeń jest najdłuższy i przy głębokiej eksploatacji może dochodzić nawet do kilku lat.

Proces obniżeń punktów charakteryzuje czas trwania obniżeń oraz ich przebieg - prędkości v_{max} . Przy mocnych i zwięzłych skałach przebieg obniżeń jest powolniejszy w porównaniu z górotworem utworzonym przez skały słabe czy naruszonym eksploatacją. Obniżenia punktów górotworu przy wolnej eksploatacji narastają powoli. Szybka eksploatacja powoduje szybkie narastanie obniżeń.

7. Podsumowanie

Eksploatacja złóż powoduje zachwianie pierwotnego stanu równowagi górotworu wprowadzając nieodwracalne zmiany w jego budowie. Pomimo obszernej literatury i rozwiązań praktycznych dalsze rozpoznawanie zjawisk, jakie są uruchamiane w czasie ingerencji człowieka w górotwór, umożliwi doskonalenie metod eksploatacji, minimalizację szkód górniczych, poprawę bezpieczeństwa pracy czy innych zagadnień. Na podstawie wnikliwych studiów w podsumowaniu można przedstawić następujące syntetyczne uwagi końcowe:

- W wyrobisku ścianowym znajdującym się w normalnym ruchu, obudowa zmechanizowana nie osiąga praktycznie nigdy swojej roboczej podporności nominalnej.
- Ze wzrostem prędkości wybierania frontu eksploatacyjnego zwiększają się prędkości procesów osiadań i deformacji.
- Wartość ciśnienia eksploatacyjnego może być uzależniona od prędkości eksploatacji.
- Wraz ze wzrostem ściśliwości calizny węglowej wartość naprężeń ściskających maleje.
- Przy szybkich postępach frontów eksploatacyjnych otrzymuje się teoretycznie dwukrotne, a nawet trzykrotne zmniejszenie deformacji w porównaniu z wartościami przy małych prędkościach wybierania, ale praktyka górnicza nie potwierdza tak dużego zmniejszenia deformacji.

LITERATURA

1. Bielewicz T., Prus B., Honysz J.: Górnictwo. Część II. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1994.
2. Biliński A., Kostyk T., Prusek S.: Zasady doboru obudowy zmechanizowanej dla wyrobisk ścianowych. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, Miesięcznik Wyższego Urzędu Górniczego. WUG nr 3 (31)/97.
3. Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1968.
4. Budryk W.: Wyznaczanie wielkości poziomych odkształceń terenu. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa t. I z.1 1953.
5. Chudek M.: Obudowa wyrobisk górniczych. Cz.I - Obudowa wyrobisk korytarzowych i komorowych. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1975.
6. Chudek M., Wilczyński S., Żyliński R.: Podstawy górnictwa. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1979.
7. Drzęźła B.: Rozwiązanie pewnego przestrzennego zadania liniowej teorii sprężystości w zastosowaniu do prognozowania deformacji górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej wraz z oprogramowaniem. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo z.91, Gliwice 1978.
8. Drzęźła B.: Podstawy teoretyczne wyznaczania parametrów teorii ruchu górotworu nad eksploatacją górniczą. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo z.87, Gliwice 1978.
9. Fryczkowski E.: Górnictwo ogólne. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1971.
10. Jaworski A.: Wpływ ściśliwości calizny węglowej wybranego pokładu na rozkład naprężeń i odkształceń w górotworze w sąsiedztwie czynnego frontu ścianowego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, z.138, Gliwice 1985.
11. Kłeczek Z.: Geomechanika górnicza. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1994.
12. Knothe S.: Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1984.
13. Kowalczyk Z.: Określenie wpływów eksploatacji górniczej metodą przekrojów pionowych. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1972.
14. Kwaśniewski M., Wang J.: Symulacja komputerowa eksploatacji pokładu węgla systemem ścianowym z zawałem stropu. – III. Wpływ prędkości eksploatacji na zachowanie się górotworu. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo z. 221, Gliwice 1994.

15. Saustowicz A.: Zarys mechaniki górotworu. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1965.
16. Szpetkowski S.: Prognozowanie wpływów eksploatacji złóż pokładowych na górotwór i powierzchnię terenu. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1995.
17. Zych J., Drzęzła B., Strzałkowski P.: Prognozowanie deformacji powierzchni terenu pod wpływem eksploatacji górniczej. Skrypty Uczelniane nr 1684, Gliwice 1993.
18. Praca zbiorowa: Ochrona powierzchni przed szkodami górniczymi. Część pierwsza, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1980.

Recenzent: Dr inż. Zenon Duda

Sommaire

L'exploitation des gisements provoque un ébranlement d'une forme originaire du massif rocheux en introduisant des changements irréversibles dans sa construction. Une bonne connaissance des processus qui se mettent en marche pendant l'ingérence de l'homme dans le massif permet à un perfectionnement des méthodes de l'exploitation, à une minimalisation des dommages de mines, et à une amélioration de la sécurité du travail.

Les questions les plus importantes abordées dans cet article se sont:

- Dans la taille qui se trouve dans son mouvement normal, le soutènement mécanique n'arrive pratiquement jamais à sa puissance de support nominal.
- La vitesse des processus de subsidence et de déformation augmente avec la montée de la vitesse de déhouillement.
- La valeur de la pression de l'exploitation peut dépendre de la vitesse de l'exploitation.
- La valeur des tensions de compression diminue avec la montée de la compressibilité du massif charbonnier.
- Au cours des exploitations rapides on obtient théoriquement une diminution de déformation deux ou trois fois moindre que pendant des exploitations longues. Cependant la pratique ne confirme pas une si grande diminution de la déformation.