ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1983

Seria: Górnictwo z. 123 Nr kol. 745

Mirosław CHUDEK

EFEKTYWNOŚĆ PROJEKTOWANIA W GÓRNICTWIE PRZED WYKONANIEM BUDOWLI PODZIEMNYCH I ROZPOCZĘCIEM EKSPLOATACJI ZŁÓŻ

Streszczenie. W pracy scharakteryzowano głównie czynniki decydujące o efektywności projektowania w górnictwie podziemnym oraz szczegółowo omówiono zagadnienie dotyczące wpływu głębokości na zaciskanie utrzymywanych wyrobisk korytarzowych. Niniejsza praca stanowi przyczynek do poruszonego problemu.

1. Przedmiot problemu

Eksploatacja podziemna złóż wymaga realizacji inwestycji o bardzo długim okresie użytkowania. Elementami jej są głównie wyrobiska udostępniające (szyby, przekopy, przecznice, komory) a więc szkielet udostępnienia złoża. Dla kontynuacji wybierania złoża konieczne jest utrzymywanie wyrobisk korytarzowych w polach eksploatacji oraz unikanie nadmiernego zaciskania przestrzeni roboczej wyrobisk wybierkowych. Właściwa gospodarka złożem z uwzględnieniem ochrony obiektów podziemnych i powierzchniowych (budowlanych, przemysłowych, naturalnych) wymaga odpowiedniego rozcięcia złoża, ustalenia kolejności eksploatacji pokładów w ścisłym powiązaniu z planami zabudowy powierzchni, uwzględnieniem obiektów istniejących na powierzchni ziemi. W czasie prowadzenia eksploatacji złóż i w okresie użytkowania obiektów podziemnych oraz powierzchniowych zmieniają się w czasie warunki utrzymywania tych obiektów, warunki wybierania złoża oraz oddziaływanie na obiekty powierzchniowe.

Z tych to względów przed podjęciem budowy inwestycji - kopalni - wszystkie jej elementy powinny być zaprojektowane z uwzględnieniem czasu oraz pełną znajomością warunków geologiczno-hydrogeologiczno-górniczych, obecnej i przyszłej zabudowy powierzchni przy zachowaniu maksymalnej efektywności wykorzystania złoża.

Przestrzeganie w praktyce projektowej i dołowej wymienionych czynników zapewnia optymalizację - w aktualnym stanie nauki i techniki - bezpiecznej oraz ekonomicznej eksploatacji złóż w kopalniach podziemnych z zachowaniem i utrzymywaniem właściwej gospodarki złożem, wraz z uwzględnieniem ochrony obiektów podziemnych i na powierzchni.

2. Czynniki decydujące o efektywności projektowania przed wykonaniem wyrobisk udostępniających i rozpoczęciem eksploatacji złóż

Aby rozważyć w praktyce możliwości i zakres uzyskiwania efektywności projektowania w górnictwie podziemnym przed podjęciem budowy kopalni czy poziomu, tj. przed rozpoczęciem eksploatacji, należy rozpatrzyć czynniki mające bezpośredni wpływ dla uzyskania tej efektywności. Do głównych czynników zaliczyć należy:

- znajomość właściwości fizykomechanicznych reologicznych skał górotworu w otoczeniu przyszłych wyrobisk a także w nadkładzie nad przyszłą eksploatacją. Szczególnie własności te są potrzebne przy projektowaniu konstrukcji budowli podziemnych, tj. w otoczeniu lokalizowanych wyrobisk również z uwzględnieniem anizotropii skał oraz głębokości ich zalegania. W powyższym zakresie w Instytucie Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej od kilku lat prowadzone są i nadal będą kontynuowane kompleksowe badania własności fizykomechanicznych i reologicznych skał [4],
- dokładne rozeznanie budowy hydrogeologicznej i geologicznej górotworu - struktury geologicznej całych masywów skalnych. Rozeznanie zaburzeń tektonicznych (uskoków, wyklinień lub ścienień pokładów) w czasie projektowania kopalń czy poziomów a także w czasie prowadzenia eksploatacji, co pozwala na optymalizację struktury kopalni i techniki wybierania złoża oraz projektowania budowli podziemnych z uwagi na konieczną większą dokładność określenie lokalizacji ścienień, wyklinień pokładów - uskoków wraz z szerokością szczelin i ich zrzutu konieczne jest dalsze doskonalenie metod badawczych realizowanych z powierzchni i z dołu kopalni,
- ustalenie głównych kierunków ciśnień i naprężeń w czasie użytkowania, głównie wyrobisk udostępniających a także wyrobisk przygotowawczych w masywach skalnych. Prognozowanie głównych kierunków ciśnień może być oparte na właściwościach strumienia ziemskiego jak i do określenia właściwości geotermomechanicznych skał [7, 8, 9, 10],
- właściwy dobór kształtu i wielkości przekroju poprzecznego wyrobisk udostępniających i przygotowawczych,
- sposób jak najdokładniejszego prognozowania stateczności wyrobisk, odkształcenia skał w kierunku przyszłych wyrobisk (zaciskanie wyrobisk) [2, 6, 11, 17, 18, 19].
- lokalizację wyrobisk udostępniających, w tym szczególnie szybów w obszarach o jak najmniejszych zasobach lub poza wychodniami złoża co pozwala unikać pozostawienia filarów ochronnych, prowadzenia skrępowanej eksploatacji oraz utrzymać trwałość obudowy i stateczność całego szybu.

  Uwzględnić tu także trzeba możliwość wcześniejszego wybierania złoża w otoczeniu szybu z sąsiedniej kopalni przed przystąpieniem do jego głębienia po dokonaniu się głównych ruchów górotworu. Gdy szyb głębiony jest w czasie trwania ruchów górotworu to wykonywać należy go w obudo-

wie tymczasowej, a po ustaleniu głównych ruchów wykonać obudowę ostateczną.

Gdy nie ma możliwości - którą wyżej wymieniono, to w głębionym szybie i podszybiach wykonywać należy obudowę odporną na wpływy przyszłej eksploatacji złoża. Przykłady rozwiązań takiej obudowy opracowano w Instytucie Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej co podano w pracach [3, 17, 5, 18, 20],

- dobór rodzaju konstrukcji i podporności obudowy dla uzyskania optymalizacji jej współpracy z otaczającym górotworem w warunkach geologicznych, górniczych w których lokalizuje się wyrobiska udostępniające i przygotowawcze, szczególnie o dłuższym okresie użytkowania i w trudnych warunkach geomechanicznych. Powinno się projektować obudowy z podpornością wstępną zbliżoną do roboczej, której wartość uzależnia się od wytrzymałości skał otaczających - podporność robocza $P_{r_{max}} \leq$ doraźnej wytrzymałości skał na ściskanie. Realizacja powyższego zapewnia stateczność wyrobisk oraz pozwala uniknąć niebezpiecznych i kosztownych przebudów i napraw.

Dla trudnych warunków geotechnicznych w których wykonuje się wyrobiska udostępniające poziome i specjalne w Instytucie Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Sląskiej opracowano obudowę prefabrykowaną żelbetową, segmentową z możliwością uzyskania podporności wstępnej za pomocą tworzywa ekspansywnego, co szczegółowo omówiono w pracach [3, 5, 13, 27].

Konstrukcje obudów wyrobisk udostępniających a szczególnie wyrobisk przygotowawczych powinny cechować się upodatnieniem i wysoką podpornością, co uodparnia je na obciążenia deformacyjne występujące szczególnie w pierwszych okresach istnienia wyrobiska lub spowodowane wpływami eksploatacji złóż,

- dobór konstrukcji i podporności obudowy w wyrobiskach ścianowych (i innych wybierkowych) zapewniających minimalne zaciskanie przedziału roboczego i zgniatanie pokładu przed czołem ściany co jest szczególnie istotne przy kierowaniu stropem z zastosowaniem np. podsadzki hydraulicznej. Wielkość podporności obudowy między innymi zależy od głębokości eksploatacji a więc od naprężeń przed czołem ściany, co jest szczególnie istotne przy kierowaniu stropem z zastosowaniem np. podsadzki hydraulicznej oraz od własności wytrzymałościowych skał w stropie i w spiągu. Zagadnienie to szeroko omówiono w pracach [1, 2, 3, 15, 17, 21, 22, 23, 30],
- ustalenie wielkości i kształtu frontów eksploatacyjnych pozwalających na minimalizację wpływów eksploatacji na górotwór i powierzchnię, a także ustalenie najkorzystniejszej kolejności eksploatacji pokładów,
- właściwe zaprojektowanie struktury kopalni czy jej poziomu,

- odporność obiektów podziemnych i powierzchniowych budowlanych na wstrząsy oraz odkształcenia górotworu i powierzchni, które będą spowodowane projektowaną podziemną eksploatacji złóż [3, 6, 11, 24, 25, 26].

We wszystkich wymienionych czynnikach składających się na optymalizację efektów projektowania w górnictwie podziemnym przed wykonaniem budowli podziemnych i rozpoczęciem eksploatacji złóż, podstawowe znaczenie ma głębokość rozpatrywania zagadnienia, co jest przedmiotem badań od szeregu lat w ramach problemu resortowego pt.: "Metody i środki eksploatacji złóż na dużych głębokościach".

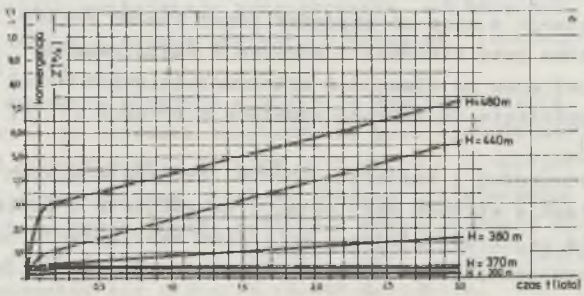
Temat prowadzony jest przez Instytut Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej, którego koordynatorem był prof. Marcin Borecki.

Eksploatacja w przyszłych rejonach powinna być tak projektowana, aby pozwalała na uniknięcie filarów zabezpieczających obiekty podziemne (szyby, przekopy, komory, wyrobiska korytarzowe przygotowawcze), a także obiekty powierzchniowe (budowlane, naturalne). Podstawy prowadzenia takiej eksploatacji podano w pracy [3].

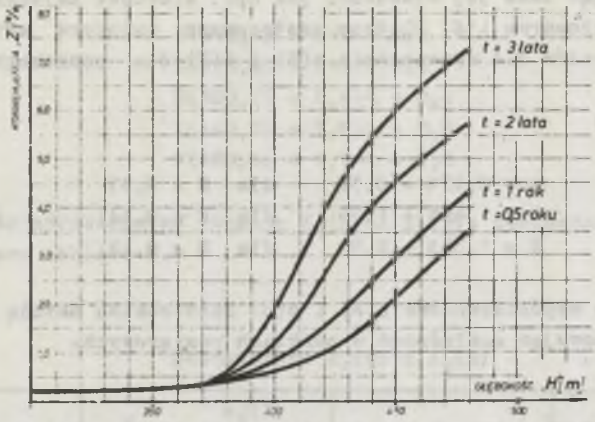
Każdy z poprzednio wymienionych czynników jest zagadnieniem odrębnym wymagającym szczegółowego rozpatrywania rejonie przyszłej kopalni, poziomu czy okręgu górniczego. Powyżej podniesiono ich zakres i ważność dla efektywności projektowania. Szersze omówienie wszystkich czynników w jednej pracy jest niemożliwe i z tego względu szczegółowej zostanie w tej pracy omówione zagadnienie zaciskania wyrobisk korytarzowych.

3. Prognozowanie zaciskania wyrobisk korytarzowych, jako funkcji czasu i głębokości ich lokalizacji

Wykorzystując badania zaciskania wyrobisk w warunkach dołowych w niektórych kopalniach węgla kamiennego GZW [28] można było ustalić zależnośc zaciskania wyrobisk korytarzowych, jako funkcji czasu ich istnienia i głę-



Rys. 1. Przebieg konfergencji wyrobisk korytarzowych



Rys. 2. Konfergencja wyrobisk korytarzowych w obszarze KWK "Jastrzębie" jako funkcja H i t

bokości lokalizacji, co przykładowo pokazano na rys. 1 i 2. Poniżej przykładowo podano 2 metody aproksymacji funkcji konwergencji z (H, t) zależnej od głębokości H i czasu t.

Metoda 1

Wykorzystując pomiary funkcji Z (H,t) tablica 1 i rys. 1 przy stałym H można założyć ogólną postać tej funkcji jako

$$Z(H,t) = a(H)t + b(H)$$

w której H = const.

Tablica 1

Zestawienie wyników pomiarów

t \ H	0,38	0,44	0,48	km
0,5	0,6	1,8	3,7	
1	0,8	2,5	4,3	
2	1,2	4,0	5,8	
3	1,7	5,5	7,2	
Lata				

Ponieważ wyniki (rys. 1) są obarczone pewnym błędem dlatego dobierając metodę wyprowadzenia wzoru należało zachować dokładność funkcji w punktach

pomiaru utrzymując inne jej własności jak np.: kierunek najszybszego wzrostu, punkty stacjonarne itd. Dlatego zastosowano najpierw metodą najmniejszych kwadratów dla wyznaczania a(H) i b(H) dla poszczególnych wartości H.
Otrzymano zatem:

$$z = 0{,}43t + 0{,}37 \quad \text{dla} \quad H = 0{,}37$$
$$Z = 1{,}46t + 1{,}05 \quad \text{dla} \quad H = 0{,}44$$
$$Z = 1{,}35t + 2{,}95 \quad \text{dla} \quad H = 0{,}48$$

Następnie dla współczynników a(H) i b(H) zastosowano metodę interpolacji Newtona zachowując dokładność w punktach pomiarowych.
Otrzymano:

$$Z(H,t) = (-199{,}17\ H^2 + 180{,}49\ H - 39{,}4)t + (361{,}67\ H^2 - 285{,}24\ H + 56{,}54)$$

a wyniki pomiarów i obliczeń (2) są:

Wyniki pomiarów	Wyniki obliczeń
Z(H = 0,44 t = 2) = 4	3,97
Z(H = 0,48 t = 0,5) = 3,8	3,63
Z(H = 0,48 t = 3) = 7,5	7,0

co świadczy, że błąd względny wielkości otrzymanych z wyprowadzonego wzoru jest mniejszy od 15%. Podany wzór dobrze opisuje rozważania wielkości w zakresie zmienności H i t tablica 1.

Metoda 2

Z danych na rys. 1 zestawiono tablicę 2, dla których to wielkości proponuje się rozwiązanie

$$Z(H,t) = Z_1(H)t + Z_2(H) \tag{1}$$

Tablica 2

Zestawienie punktów próbkowych

H \ t	0,5	1	2	3
300	0,2	0,2	0,2	0,2
370	0,4	0,4	0,4	0,4
380	0,6	0,8	1,2	1,6
440	1,5	2,5	4,0	5,5
480	3,6	4,3	5,8	7,2

Aproksymując wzorem at + b dla poszczególnych H otrzymamy

$$
\begin{aligned}
Z(300,t) &= 0\cdot t + 0,2 \\
Z(370,t) &= 0\cdot t + 0,4 \\
Z(380,t) &= 0,4\cdot t + 0,4 \\
Z(440,t) &= 1,6\cdot t + 0,8 \\
Z(480,t) &= 1,5\cdot t = 2,8
\end{aligned}
\tag{2}
$$

Dalej należy aproksymować funkcję $Z_1(H)$ i $Z_2(H)$. Korzystając z zależności (2) otrzymano tablicę 3.

Tablica 3

Zestawienie $Z_1(H)$ i $Z_2(H)$

H	$z_1(H)$	H	$z_2(H)$
300	0	300	0,2
370	0	370	0,4
380	0,4	380	0,4
440	1,6	440	0,8
480	1,5	480	2,8

Aproksymacja funkcji $Z_1(H)$

Analizując przebieg funkcji $Z_1(H)$ na wykresie można obrać wzór aproksymacyjny w postaci

$$Z_1(H) = a\, e^{-b(H-c)^2} \tag{3}$$

Stosując metodę wybranych punktów a więc rozwiązując układ równań (4)

$$
\begin{aligned}
a\, e^{-b(380-c)^2} &= 0,4 \\
a\, e^{-b(440-c)^2} &= 1,6 \\
a\, e^{-b(480-c)^2} &= 1,5
\end{aligned}
\tag{4}
$$

otrzymamy

$$a = 1,69, \quad b = 2,56.10^{-4}, \quad c = 455$$

Tak więc $Z_1(H)$ w przedziale (380-480) przybliżamy funkcją w postaci, $1,69 \exp\left\{-2,56\left(\frac{H-455}{100}\right)^2\right\}$ a w przedziale (300-370) funkcją tożsamościową = 0.

Możemy więc przyjąć, że

$$z_1(H) = \begin{cases} 1{,}69 \exp\left\{-2{,}56\left(\frac{H-455}{100}\right)^2\right\} & \text{dla } H \geqslant 375 \\ 0 & \text{dla } H < 375 \end{cases} \tag{5}$$

Zależność (5) można sprowadzić do jednolitego, różniczkowalnego i ciągłego wzoru aproksymującego funkcję $Z_1(H)$ wykorzystując funkcję (6)

$$S(H) = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg}(100(H - 375)) \tag{6}$$

która dla $H < 375$ $S(H) \approx 0$

$H > 375$ $S(H) \approx 1$

stąd zależność

$$Z_1(H) = \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} 100(H-375)\right] \cdot 1{,}68 \exp\left\{-2{,}56\left(\frac{H-455}{100}\right)^2\right\}$$

$$z_1(H) = S(H) \cdot 1{,}69 \exp\left\{-2{,}56\left(\frac{H-455}{100}\right)^2\right\} \tag{7}$$

Aproksymacja funkcji $Z_2(H)$

Metoda 1

Do dalszych obliczeń wprowadzono zmienną

$$x = \frac{H - 300}{100} \tag{8}$$

w wyniku czego tablicę 3 można przekształcić w tablicę 4.

Tablica 4

Przekształcone wielkości tablicy 3 dla zmiennej $X = \frac{H - 300}{100}$

x	z_2	
0	0,2	
0,7	0,4	
0,8	0,4	uśredniając wprowadzamy
1,4	0,8	$x = 0{,}75 \rightarrow z_2 = 0{,}4$
1,8	2,8	

Do dalszych rozważań przyjęto wzór

$$z_2(H) = a\, e^{bx} + c \tag{9}$$

a następnie rozwiązuje się układ równań

$$\left.\begin{aligned} a \cdot e^{(b \cdot 0,75)} + c &= 0,4 \\ a \cdot e^{(b \cdot 1,4)} + c &= 0,8 \\ a \cdot e^{(b \cdot 1,8)} + c &= 2,8 \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

i otrzymuje się: $a = 0,0036$, $b = 3,56$, $c = 0,29$ a wzór (9) przyjmuje postać

$$Z_2(H) = 0,0036 \exp\left\{3,65\left(\frac{H-300}{100}\right)\right\} + 0,29 \qquad (11)$$

Metoda 2

Tu wprowadza się zmienną $x = \frac{H}{100}$, wskutek czego tablica 3 przybiera wartości podane w tablicy 5.

Tablica 5

Przekształcone wielkości tablicy 3 dla zmiennej $X = \frac{H}{100}$

x	z_2	
3,0	0,2	
3,7	0,4	
3,8	0,4	
4,4	0,8	uśredniając wprowadzamy
4,8	2,8	$x = 3,75 \longrightarrow z_2 = 0,4$

Zaproponowano do dalszych rozwiązań wzór

$$Z_1(H) = \frac{1}{\sqrt{a - bx^2}} + c \qquad (12)$$

a następnie rozwiązano układ równań

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{a - b(3,75)^2}} + c &= 0,4 \\ \frac{1}{\sqrt{a - b(4,4)^2}} + c &= 0,8 \\ \frac{1}{\sqrt{a - b(4,8)^2}} + c &= 0,28 \end{aligned}\right\} \Longrightarrow \begin{aligned} a &= 3,56 \\ b &= 0,15 \\ c &= -0,43 \end{aligned} \qquad (13)$$

Stąd otrzymano zależność

$$Z_2(H) = \frac{1}{\sqrt{3,56 - 0,15(\frac{H}{100})^2}} - 0,43 \tag{14}$$

Wykorzystując wzory (7), (11) oraz (1) funkcję konwergencji możemy aproksymować wzorem:

$$Z(H,t) = \left\{\left[\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi}\,\mathrm{arctg}(100(H-375))\right] \cdot 1,69 \exp\left\{-2,56\left(\frac{H-455}{100}\right)^2\right\}\right\} t +$$

$$+ 0,0036 \exp\left\{3,65\left(\frac{H-300}{100}\right)\right\} + 0,29 \tag{15}$$

względnie korzystając z zależności (14) wzorem

$$Z(H,t) = \left\{\left[\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi}\,\mathrm{arctg}(100(H-375))\right] + 1,69 \exp\left\{-2,56\left(\frac{H-455}{100}\right)^2\right\}\right\} t +$$

$$+ \frac{1}{\sqrt{3,36 - 0,15(\frac{H}{100})^2}} - 0,43 \tag{16}$$

Wyniki obliczeń podano w tablicy 6 i 7.

Tablica 6

Wyniki obliczeń dla wzoru 15

H \ Z(H,t) t	0,5	1	2	3
300	0,29	0,29	0,29	0,29
370	0,34	0,34	0,34	0,34
380	0,56	0,76	1,16	1,56
440	1,48	2,27	3,86	5,45
480	3,52	4,24	5,68	7,12

Tablica 7

Wyniki obliczeń dla wzoru 16

H \ Z(H,t) t	0,5	1	2	3
300	0,24	0,24	0,24	0,24
370	0,38	0,38	0,38	0,38
380	0,61	0,81	1,21	1,61
440	1,6	2,39	3,98	5,57
480	3,39	4,11	5,55	6,99

Wykorzystując podane wzory wykres (rys. 2) można z dużym przybliżeniem prognozować konwergencję wyrobisk wykonanych w skałach słabych jako funkcję czasu ich użytkowania na głębokościach H = 300-500.

LITERATURA

[1] Borecki M., Kidybiński A.: Warunki eksploatacji węgla na dużych głębokościach. Przegląd Górniczy nr 5 1966.

[2] Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. Wyd. Śląsk,Katowice 1972.

[3] Borecki M., Chudek M., Podgórski K., Szczepaniak Z., Zych J.: Podstawy analityczne i górniczo-techniczne bezfilarowego wybierania złoża przy założeniu minimalizacji wpływów na obiekty chronione w górotworze i na powierzchni w warunkach głębokich kopalń. ZN Politechniki Śląskiej s. Górnictwo z. 77, 1977.

[4] Borecki M. i inni: Metody i środki eksploatacji złóż na dużych głębokościach. Prace Instytutu Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni, Gliwice (1976-80).

[5] Borecki M., Chudek M., Małoszewski M., Szczepaniak Z.: Konstrukcja i projektowanie segmentowej obudowy żelbetowej. Projekty Problemy, Budownictwo Węglowe nr 3, 1976.

[6] Borecki M.: Mechanika budowli podziemnych. Skrypt Politechniki Śląskiej, Gliwice 1980.

[7] Chmura K.: Funktionsbeziehung zwischen dem Erdwärmefluss und den mechanischen Eigenschaften der Gesteine im vertikalen Gebirgsprofil. Rock Mechanics 10, 1978.

[8] Chmura K., Chudek M.: Propiedades geotermoelásticas de las rocas en los macizos de rocas. Przekazano do druku.

[9] Chmura K., Chudek M.: Métods para examinar las propiedades térmicas de las rocas e macizos de roca. Przekazano do druku.

[10] Chmura K., Chudek M., Stolarz I.: Modelo matematico de distribucion del flujo terrestre de calor en las estructuras rocosas. Przekazano do druku.

[11] Chudek M.: Mechanika górotworu. Skrypt Centralny. Gliwice 1981.

[12] Chudek M.: Obudowa wyrobisk korytarzowych, komorowych i ich połączeń. Wyd. Śląsk. W druku.

[13] Chudek M., Janiczek St., Borycsko J., Majchrzak R.: Zagadnienie oceny stanu technicznego czynnych szybów górniczych oraz sposoby ich zabezpieczeń. ZN Politechniki Śląskiej s. Górnictwo z. 11, Gliwice 1981.

[14] Chudek M., Arkuszewski J., Olaszowski W.: Deformacje nieciągłe w obszarach górniczych. ZN Politechniki Śląskiej, z. 101, 1980.

[15] Chudek M.: Wpływ głębokości na stany deformacyjno-naprężeniowe w otoczeniu wyrobisk górniczych. Przegląd górniczy. W druku.

[16] Chudek M.: Obudowa wyrobisk korytarzowych i komorowych. Wydawnictwo Śląsk, 1975.

[17] Chudek M.: Analiza przyczyn obrywania osi skał w wyrobiskach wybierkowych. ZN Politechniki Śląskiej s. Górnictwo z. 9, 1964.

[18] Chudek M., Pach A.: Wybrane zagadnienia badań modelowych w zakresie utrzymania chodników przyścianowych objętych wpływami eksploatacji górniczej. Materiały Symposjum Komisji Górniczej PAN Oddział Katowice na temat: Wybrane problemy geomechaniki i budownictwa górniczego oraz eksploatacji złóż na dużych głębokościach, Katowice 1981.

[19] Chudek M., Pach A., Skudlik G., Garncarz R., Szutkowski I.: Wyniki niektórych badań dołowych nad opracowaniem podstaw analitycznych projektowania wyrobisk przygotowawczych w aspekcie uzyskania optymalnych warunków ich utrzymania. Instytut Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej. Metody i środki eksploatacji na dużych głębokościach. Gliwice 1982.

[20] Chudek M., Podgórski K., Kleta H.: Współpraca budowli podziemnych z górotworem objętym wpływami eksploatacji górniczej. Wyd. PAN. Wrocław. Warszawa. Kraków. Gdańsk. Łódź. Zakład Narodowy im Ossolińskich 1982.

[21] Chudek M., Iwaszczenko W.: Badania modelowe nad wpływem głębokości na odkształcanie skał i naprężenia w otoczeniu wyrobisk ścianowych. ZN Politechniki Śląskiej s. Górnictwo z. 109, 1981.

[22] Chudek M.: Zachowanie się skał stropowych nad wyrobiskiem ścianowym w świetle badań modelowych. ZN Politechniki Śląskiej s. Górnictwo z. 30, 1968.

[23] Chudek M., Pach A.: Obudowa czynnikiem regulacji ciśnień eksploatacyjnych. Przegląd Górniczy nr 1, 1974.

[24] Ledwoń J.: Podział na kategorie terenów górniczych narażonych na wstrząsy oraz na deformacje lokalne (nieciągłe).Ochrona Terenów Górniczych nr 52, 1980.

[25] Ochrona prirody w Donieckim i Wierchnie Sileskom Ugolnych Basseinach. Praca zbiorowa pod redakcją: Chudek M., Sapicki K.F. Niedra 1979.

[26] Praca zbiorowa: Ochrona powierzchni przed szkodami górniczymi. Wydawnictwo Śląsk. 1980.

[27] Praca zbiorowa: Podstawowe parametry optymalnej i bezpiecznej współpracy obudowy z górotworem w trudnych warunkach naturalnych i górniczych. Prace Instytutu Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej, Gliwice 1974. Niepublikowane.

[28] Praca zbiorowa: Opracowanie podstaw analitycznych oraz wytycznych projektowania wyrobisk przygotowawczych w aspekcie uzyskanych optymalnych wyników ich utrzymania w oparciu o badania modelowe i dołowe uwzględniające warunki geotechniczne dużych głębokości rejonów górniczych GZW. Prace Instytutu Projektowania. Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej, Gliwice 1980. Niepublikowana.

[29] Praca zbiorowa: Doskonalenie konstrukcji obudów szybów i wlotów podszybii w oparciu o analityczne ustalenie podstawowych parametrów obudów, uzyskanych na podstawie badań przeprowadzonych w warunkach deformacyjnych górotworu. Prace Instytutu Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1980. Niepublikowana.

[30] Chudek M., Iwaszenko W.: Matematyczne ujęcie wpływu głębokości na odkształcenia górotworu i naprężenia w otoczeniu wyrobisk eksploatacyjnych - ścianowych. ZN Politechniki Śląskiej s. Górnictwo z. 110, 1981.

Wpłynęło do Redakcji w czerwcu 1982 r.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Zdzisław KŁECZEK

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННОСТИ
ПЕРЕД ПОСТРОЕНИЕМ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
И НАЧАЛОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Р е з ю м е

В настоящей работе представлена характеристика факторов решающих об эффективности проектирования в подземной горнопромышленности, а также тщательно проанализированы проблемы относящиеся к влиянию глубины на зажим поддержанных коридорных выработок.

Настоящая работа является дополнительными материалом к рассматриваемой проблеме.

THE EFFECTIVENESS OF A DESIGN IN MINING BEFORE UNDERGROUND STRUCTURES ARE ERECTED AND THE EXPLOATATION OF COAL BEDS IS STARTED

S u m m a r y

The main factors determing the effectiveness of a design in underground mining are characterised in the article. The problem of the influence of the depth on clamping of the maintained dog heading is presented in detail. The article contributes to the discussed problem.