ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1992
Seria: GÓRNICTWO z. 205 Nr kol. 1179

Włodzimierz SIKORA
Instytut Mechanizacji Górnictwa
Politechnika Śląska, Gliwice

KRYTERIA BUDOWY I EKSPLOATACJI MASZYN GÓRNICZYCH STOSOWANYCH W PRZODKACH NA DUŻYCH GŁĘBOKOŚCIACH

Streszczenie. Artykuł ma odpowiedzieć na pytanie, jakie stawiają sobie konstruktorzy maszyn górniczych "czy do głębokich kopalń potrzebne są inne maszyny przodkowe niż do kopalń o mniejszej głębokości?" Przeprowadzona została analiza pracy obecnie produkowanych maszyn i urządzeń górniczych w warunkach kopalń głębokich. Warunki naturalne na dużych głębokościach ulegają zmianom. Węgiel staje się na ogół łatwiej urabialny, stropy charakteryzują się mniejszą wytrzymałością, rośnie temperatura skał, stan naprężeń w masywie skalnym pogarsza warunki eksploatacji.

Przeanalizowano przede wszystkim pracę obudów zmechanizowanych w przodkach cianowych oraz pracę urządzeń urabiających. Przedstawiono wpływ zmiany naprężeń w masywie skalnym na pracę tych urządzeń. Podano warunki, jakim odpowiadać powinna obudowa zmechanizowana oraz kierunki jej rozwoju, jak również wskazano kryteria doboru i budowy urządzeń urabiających. Podano podstawy wykorzystania sterowania polem naprężeń dla poprawy warunków pracy maszyn.

CRITERIONS OF MINING MACHINES CONSTRUCTION AND USE FOR DEEP EXPLOITATION LEVELS

Summary. The paper is to answer the mining equipment constructors' question: "whether the mining machines and equipment necessary in the deep coal mines are diffeerent from the ones used in the shallow coal mines?". An analysis of machines and equipment in produce, working in the deep mines conditions was made. Natural conditions in the deep coal mines differ. Coal usually becomes easy to cut, a roof is less stable and a state of stress makes the exploitation conditions worse. First of all, work of the powered roof supports and cutting machines was analyzed. An influence of the state of stress changing in a rock mass on the work of machines has been presented. The basic requirements of the powered roof supports and the directions of the powered support development have also been presented. The selection and construction criteria of the cutting machines are shown. Use of a stress field control for improvement of the working conditions is presented.

КРИТЕРИИ СТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНЫХ МАШИН, ПРИМЕНЯМЫХ В ЗАБОЯХ НА БОЛЬНОЙ ГЛУБИНЕ

Резюме. Статье является попыткой дать ответ на вопрос, который ставят себе конструкторы горных машин: "Нужны ли глубоким шахтам иные машины для забоев, чем менее глубоким"? Проведен анализ работы выпускаемых в настоящее время машин и оборудования в условиях глубоких шахт. Естественные условия на большой глубине изменяются. Уголь, как правило, легче отделяется от массива, кровли характеризуются меньшей устойчивостью возростает температура пород, состояние напряжений в горном массиве ухудшает условия разработки.

Показано влияние изменений напряжений в горном массиве на работу этого оборудования. Определены условия, каким должна отвечать механизированииая крепь, направления её развития, а также критерии подбора и строения отбойных устройств. Даются основы использования управления полем напряжения для улучшения условий работы машин.

1. CHARAKTERYSTYKA PRZODKÓW ŚCIANOWYCH NA GŁĘBOKOŚCIACH 700 M DO 1000 M

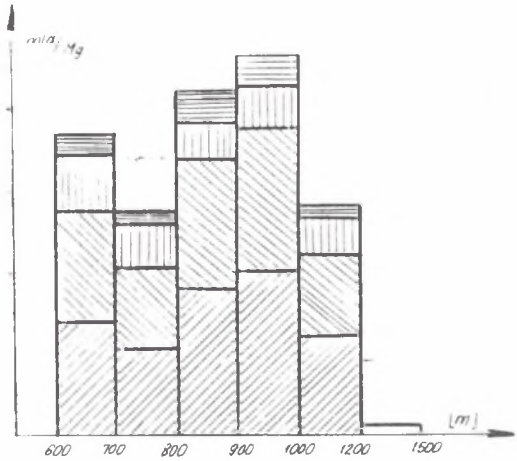
Konstruktorom maszyn górniczych nasuwa się na pewno pytanie, czy do głębokich kopalń potrzebne są maszyny i urządzenia inne niż do kopalń płytkich czy średniej głębokości. Pytanie to nie może pozostać bez odpowiedzi, zwłaszcza że eksploatujemy coraz więcej ścian na coraz to większych głębokościach. Wynika to przede wszystkim z rozkładu zasobów naszych kopalń w pionie [1]. W miarę wzrostu głębokości wzrasta zasobność naszych złóż, co przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Głębokość zalegania m	Grubość pokładu Zasoby [Mg]				Razem
	do 1,5m	1,5 - 3,5 m	3,5 - 7,0 m	7,0 m	
600-700	0,70	0,69	0,36	0,12	1,87
701-800	0,51	0,50	0,28	0,08	1,37
801-900	0,91	0,79	0,23	0,16	2,10
901-1000	0,99	0,88	0,26	0,20	2,33
1001-1200	0,61	0,49	0,23	0,07	1,40
1201-1500	0,01	0,04	0,01	-	0,06

Z tabeli tej widać wyraźnie, że na dużych głębokościach zalegają ogromne zasoby. Najwięcej, wg obecnego rozeznania, zalega na głębokościach 900 do 1000 m oraz 800-900 m. Z tabeli wynika także wyraźnie, że udział zasobów wg grubości pokładów jest podobny do udziału na mniejszych głębokościach. Znaczy to, że najwięcej zasobów zalega w pokładach o grubości do 1,5 m oraz 1,51 do

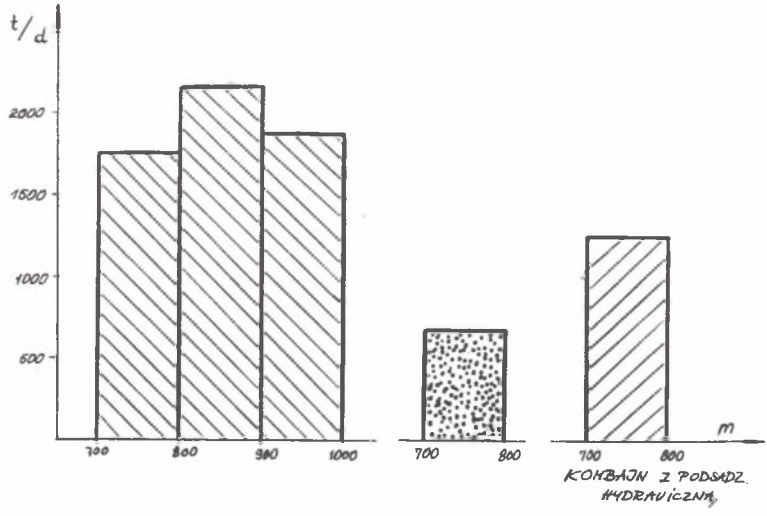
3,5 m (rys.1). Powyżej tej grubości zalega zdecydowanie mniej zasobów. Wynika stąd, że pod względem grubości eksploatowanych pokładów nie nastąpią zasadnicze zmiany, co nie wpłynie na podstawowe wymiary geometryczne stosowanych maszyn i urządzeń.



Rys.1 Zasoby węgla kamiennego w funkcji głębokości

Fig.1 Coal resources at certain levels of exploitation

Przeprowadzona została analiza formatu eksploatacyjnego w polskich kopalniach 1987 r. w przedziałach głębokościach 700-800 m, 800-900 m i 900 do 1000 m. Do analizy wzięto wszystkie przodki ścianowe z obudową zmechanizowaną eksploatowaną na głębokości poniżej 700 m w liczbie 100. Na głębokości 900-1000 m pracowało pięć przodków ścianowych, zawałowych. W przedziale głębokości 800-900 m 25 ścian zawałowych, a w przedziale 700-800 m aż 70 ścian, w tym 13 podsadzkowych. Analizując wysokości ścian widać wyraźnie, że tak jak w eksploatacji na mmniejszej głębokości przeważają ściany w przedziale grubości 1,5 m do 3,5 m. Tylko 7 ścian miało średnią wysokość 1,1 m. Długość ścian nie odbiegała od średniej długości ścian w normalnych warunkach i wahała się w granicach od 120 do 170 m. Jednakże można było zaobserwować zmniejszanie długości ścian w miarę wzrostu głębokości. Ściany zawałowe wyposażone w obudowę zmechanizowaną i kombajn bębnowy zmieniają swoją długość następująco. W przedziale głębokości 700-800m średnia długość wynosiła 167 m, w przedziale 800-900 m 165 m, zaś w przedziale 900-1000 m już tylko 150 m. ściany strugowe miały 146 m długości. Najmniejszą długość miały ściany z podsadzką hydrauliczną.



Rys. 2 Wyniki produkcyjne przodków ścianowych eksploatowanych na dużych głębokościach

Fig. 2 Output of longwall faces in the deep coal mines

Oczywiście parametry te rzutowały na wielkość wydobycia dobowego. Wyniki produkcyjne kształowały się na poziomie powyżej średniej dla całego przemysłu. Największe wydobycie (rys. 2) osiągały przodki ścianowe zawałowe w przedziale 800-900 m, a mianowicie 1733 t/d, następnie w przedziale 900-1000 m 1512 t/d, a w przedziale 700-800 m 1395 t/d. Ściany z podsadzką hydrauliczną dawały 1035 t/d, ściany strugowe 546 t/d. Stąd też postępy dobowe tych ścian nie są zbyt wysokie i wahają się od 1,7 m/d dla ścian z podsadzką hydrauliczną do 2,2 m/d dla ścian zawałowych z kombajnem. Ściany strugowe mają stosunkowo nie duży postęp, wynoszący 1,8 m/d.

Przodki ścianowe w analizowanych kopalniach wyposażone były w obudowy zmechanizowane o różnych parametrach podpornościowych.

Glinik 066/16 Oz	460	kN/m^2
Glinik 08/22 Oz	350 - 520	kN/m^2
FAZOS 12/28 Oz	480 - 650	kN/m^2
FAZOS 15/31 Oz	470 - 660	kN/m^2
FAZOS 17/36 Oz	800 - 950	kN/m^2

PIOMA 25/45 Oz 665 - 715 kN/m^2

FAZOS 17/37 Oz wzmocniony 1400 kN/m^2 kop. Bogdanka

Stosowane kombajny wyposażone były w silniki elektryczne o mocy 270 kW.

2. ANALIZA WARUNKÓW NATURALNYCH

Spośród warunków naturalnych, które będą miały szczególny wpływ na budowę i pracę maszyn i urządzeń przodkowych, do najważniejszych zaliczyć należy:

- wytrzymałość wybieranych pokładów,
- wytrzymałość skał otaczających,
- stopień geotermiczny,
- zachowanie się masywu skalnego.

Wytrzymałość węgli kamiennych [2] ze wzrostem głębokości maleje, z tym że dotyczy to węgli błyszczących. Wytrzymałość węgli matowych rośnie z głębokością. W związku ze wzrastającym udziałem węgli błyszczących z głębokością ogólnie przyjmuje się, że wytrzymałość średnia maleje. W GIG wyznaczono następujące zależności:

Dla węgli matowych:

$$R_c = 14,2 + 0,0124\ H \quad [MPa]$$

Dla węgli błyszczących:

$$R_c = 14,5 - 0,006\ H \quad [MPa]$$

Dla uśrednionych węgli:

$$R_c = 19,4 - 0,006\ H \quad [MPa]$$

Podobne zależności wyznaczono dla pozostałych skał karbońskich.

Dla skał typu piaskowego zależność ma następującą postać

$$R_c = 7 + 0,064\ H \quad [MPa]$$

dla skał ilastych:

$$R_c = 20 + 0,035\ H \quad [MPa]$$

Najlepiej charakteryzuje to tabela 2. Przedstawia ona wytrzymałość skał piaszczystych i ilastych w poszczególnych grupach stratygraficznych. Z tabeli widać wyraźnie, że w miarę wzrostu głębokości, oznaczonej tutaj warstwami stratygraficznymi, rośnie wytrzymałość średnia zarówno skał piaszczystych, jak i skał ilastych. Fakt ten stwarza korzystniejsze warunki dla pracy obudów zmechanizowanych.

Istotny wpływ na pracę maszyn i urządzeń w ścianie wywiera zachowanie się pokładu jako masywu skalnego. Ten właśnie problem musi być naświetlony bardzo szeroko, gdyż od zachowania pokładu zależy nie tylko praca maszyny

urabiającej, ale także prawidłowa praca obudowy zmechanizowanej. Pokład charakteryzuje się pewną wytrzymałością,która jest różna od wytrzymałości próbek wyjętych z tego pokładu.

Tabela 2

Wytrzymałość na ściskanie skał piaskowcowych oraz ilastych w obrębie poszczególnych grup stratygraficznych karbonu produktywnego Zagłębia Górnośląskiego

Grupa stratygraficzna	Skały piaszczyste		Skały ilaste	
	średnio R_c MPa	zakres rozrzutu MPa	średnio R_c MPa	zakres rozrzutu MPa
Warstwy łaziskie	15,0	50÷630	36,3	280÷405
Warstwy orzeskie	44,3	170÷1260	38,8	100÷890
Warstwy rudzkie	72,7	260÷1090	40,7	150÷890
Warstwy siodłowe	87,2	710÷1000	51,5	410÷620
Warstwy brzeżne	62,8	460÷770	79,0	780÷800

Nacisk warstw stropowych na pokład powoduje powstawanie w nim pola naprężeń, które wywołuje ułatwienie lub utrudnienie mechanicznego urabiania na skutek między innymi, konwergencji pokładu oraz jego przemieszczania się do wyrobiska.

Na stan naprężeń w pokładzie można wpływać czynnikami technologicznymi, takimi jak: podporność obudowy zmechanizowanej, parametry kinematyczne obudowy oraz postęp przodka w jednostce czasu. Głębokość zalegania pokładu ma istotne znaczenie na pierwotny stan naprężeń w górotworze.

Zachowanie się pokładu pod wpływem ciśnienia warstw nadległych górotworu zależne jest od jego budowy petrograficznej (rys.3). Można wydzielić 4 przypadki [3]. Przypadek (a), gdy między pokładem a stropem oraz między pokładem a spągiem istnieją warstwy o małej wytrzymałości. Przy obciążeniu pokładu powstają pęknięcia rozdzielcze w postaci płaskich, równoległych do czoła przodku płyt węgla. Przypadek (b) występuje, gdy węgiel, przypieczony jest do stropu i do spągu. Przy obciążaniu pokładu następuje odspajanie węgla ze srodkowej części pokładu. Przypadek (c) występuje, gdy węgiel jest przypieczony do spągu, natomiast między pokładem a stropem jest warstwa o małej wytrzymałości. Przy obciążeniu pokładu następuje odspajanie naroży przystropowych. Przypadek (d) jest odwrotnością przypadku (c) i występuje w nim odspajanie naroży przyspągowych.

Te cztery przypadki charakteryzują zachowanie się masywu skalnego, którym jest pokład pod obciążeniem warstwami nadległymi. Zjawiska tu występujące mogą być wykorzystane przy projektowaniu technologii urabiania. Występowaniem zjawisk tu opisanych można w pewnym zakresie sterować, co uzyskuje się poprzez sterowanie podpornością wstępną obudowy zmechanizowanej.

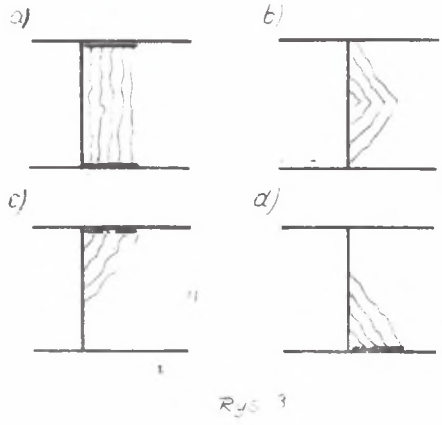
3. WYMAGANIA DLA KONSTRUKCJI MASZYN I URZĄDZEŃ DO KOPALŃ GŁĘBOKICH

Pomimo że przy użyciu istniejących maszyn i urządzeń przodkowych osiągane są dość dobre wyniki produkcyjne, w ścianach istnieje konieczność optymalizacji konstrukcji zarówno obudów zmechanizowanych, jak i maszyn urabiających. Konstrukcja spełniać musi szereg warunków wynikających z charakterystyki środowiska naturalnego, w którym maszyny te pracują. Optymalizacja konstrukcji musi uwzględniać między innymi:

- pełne bezpieczeństwo załóg górniczych,
- stale rosnące potrzeby w zakresie koncentracji produkcji,
- minimalizację zainstalowanej mocy,
- możliwość pełnej automatyzacji zespołu ścianowego,
- dostawę podsadzki hydraulicznej i suchej.

Wszystkie te warunki mogą być spełnione przez odpowiednią konstrukcję maszyn. Zagadanienie bezpieczeństwa załóg wysuwa się na piewsze miejsce, gdyż na tak dużych głębokościach zaczynają oddziaływać dynamiczne właściwości skał i masywu skalnego. Stąd też przeciwdziałanie zagrożeniom ze strony górotworu jest podstawowym zadaniem obudowy. A zatem zagadnienie właściwej współpracy obudowy z górotworem musi być podstawą odpowiedniej konstrukcji. Dla analizy tego zagadnienia rozważmy rys.3.

Na ocios pokładu działają siły spowodowane obciążeniem warstw nadległych. W zależności od budowy petrograficznej pokładu mogą wystąpić różne przypadki niszczenia ociosu. Z punktu widzenia konstrukcji obudowy ważne są 2, a mianowicie przedstawione na rys.3a oraz 3c. W przypadku przedstawionym na rysunku 3c występuje odspajanie naroży pokładu, co prowadzi do zwiększenia powierzchni odkrytego stropu. Wymiary tego odkrycia w kierunku ociosu zależą od wytrzymałości węgla oraz grubości pokładu rys.4. 1 m pokład grubszy, tym ten wymiar większy. W pokładach grubości 1 m wynosić on może kilkanaście czy kilkadziesiąt cm, a przy grubości 3 m może on przekroczyć nawet 1 m. Widać stąd, że jest to problem bardzo poważny, który uintensywnia się w miarę wzrostu głębokości eksploatacji.

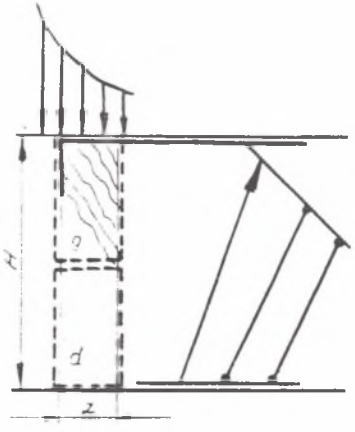


Rys. 3 Dezintegracja ociosu węglowego w zależności od warunków naturalnych
Fig. 3 Disintegration of a coal face depending on natural mining conditions

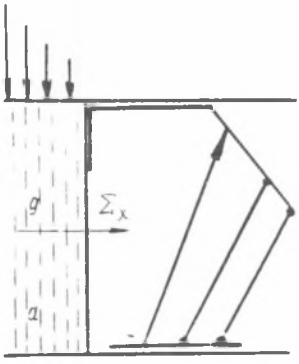
Zjawisko to występuje najczęściej na całej długości ściany w mniejszym lub większym stopniu. Z punktu widzenia urabiania jest to zjawisko korzystne.

Przy urabianiu kombajnem bębnowym górny bęben nie urabia prawie nic, gdyż jest zlokalizowany w odspojonym już narożu.

Jednakże odkryta powierzchnia stropu stwarza zagrożenie obwału. Stąd też konieczne jest stosowanie stropnic wysuwanych, które zabezpieczą tę przestrzeń niezależnie od pracy kombajnu, tzn. że bęben kombajnu będzie przemieszczał się pod wysuniętymi stopnicami.



Rys. 4 Lokalizacja organów urabiających w przodku z odspojonymi narożami
Fig. 4 Positioning of shearer drums in a longwall face with loosening of coal in the upper p-art of a coal seam



Rys. 5 Pękanie rozdzielcze pokładu
Fig. 5 Seam separation cracking

Wypadające z naroża bloki węgla stwarzają także zagrożenie dla ludzi pracujących w ścianie i dla sprzętu. Stąd też zachodzi konieczność stosowania w niektórych przypadkach osłon ociosowych. Zabezpieczają one także przed wyrzutami węgla z ociosu na skutek przekroczenia naprężeń dopuszczalnych. Ma to szczególnie miejsce przy pękaniu rozdzielczym pokładu (rys. 5), gdy płyty węgla odspajają się z czoła przodku. Osłony ociosowe spełniają zatem podwójną rolę, a mianowicie chronią przed niekontrolowanym wypadaniem bloków węgla z naroży oraz przed wyrzutami węgla z ociosu.

Problem odpowiedniego rozwiązania konstrukcyjnego zabezpieczenia ociosu przy zachodzących obu zjawiskach jest nadal otwarty.

Szczególne zagrożenie na dużych głębokościach stwarzają tąpania. W miarę wzrostu głębokości wzrasta zagrożenie tąpaniami. Dotychczas w warunkach pokładów tąpiących stosuje się z dobrymi skutkami obudowy osłonowe o dużej podporności. Zabezpieczają one ludzi pracujących w przodku, natomiast w przypadku silnego tąpnięcia ulegają niejednokrotnie deformacjom stałym. Pociąga to za sobą konieczność wymiany poszczególnych zniszczonych elementów lub nawet całych sekcji. Dla zabezpieczenia się przed takimi zjawiskami obudowy konstruuje się z dużym zapasem bezpieczeństwa, co powoduje dużą ich masę, a co za tym idzie wysoką materiałochłonność. Ażeby temu zapobiec, należy zmienić podejście do konstruowania obudów do pokładów tąpiących. Zamiast podwyższania współczynnika bezpieczeństwa należy zastosować elementy upodatniające konstrukcję sekcji przed dynamicznym przeciążaniem. Prace idą w kierunku zastosowania takich elementów, jak zawory szybkoupustowe oraz różnego rodzaju akumulatory. Z punktu widzenia współpracy obudowy z górotworem lepszym rozwiązaniem są akumulatory, gdyż zabezpieczają stały kontakt stropnic ze stropem, podczas gdy zawory upustowe takiej możliwości nie stwarzają i po zaniknięciu dynamicznego obciążenia stropnic tracą kontakt ze stropem, co odbija się niekorzystnie na jego podparciu. Prostszym rozwiązaniem są zawory szybkoupustowe.

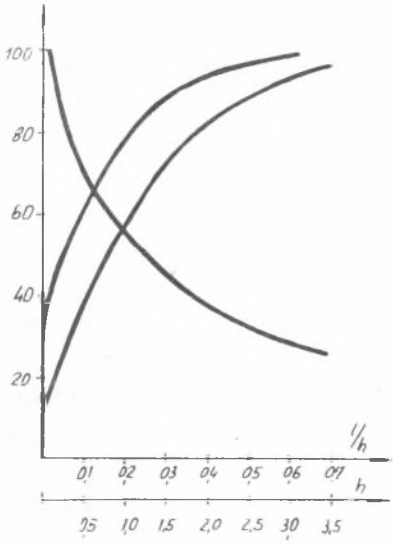
Niezwykle istotnym problemem jest podporność obudowy szczególnie dla kopalń głębokich. Jak wykazały liczne badania, podporność obudowy wywiera istotny wpływ na stan naprężeń w pokładzie, a co za tym idzie na urabialność węgla. Krótko można ująć to zjawisko następująco: w miarę wzrostu ciśnienia górotworu na pokład powstaje w nim pole naprężeń, które do pewnej wartości powoduje wzrost wskaźnika urabialności, a następnie jego wyraźny spadek. Z punktu widzenia ekonomiki urabiania celowe jest wykorzystanie tego zjawiska w procesie urabiania węgla. Ale nie tylko z punktu widzenia ekonomiki urabiania, lecz także ze względu na zainstalowane w urządzeniach urabiających moce. Każdy silnik elektryczny jest także źródłem ciepła, które pogarsza warunki klimatyzacyjne w przodkach. Każdy dodatkowo zainstalowany kW mocy oddaje do atmosfery kopalnianej ciepło, które musi być w ten czy w inny sposób odprowadzone. Stąd też działania techniczne muszą iść w kierunku minimalizacji zainstalowanej w przodku mocy.

Jak wykazały badania przeprowadzone w Instytucie im. Skoczyńskiego w Moskwie [4], przy tej samej głębokości zabioru, w miarę wzrostu grubości pokładu maleje współczynnik obniżający siłę skrawania. Współczynnik ten jest najniższy w pokładach grubych, a najwyższy w cienkich (rys.6). Gdy chodzi o zasięg w głąb calizny, to wg tych samych badań w odległości od ociosu równej połowie grubości pokładu współczynnik ten waha się w granicach od 75% do 100% w zależności od grubości pokładu.

Współczynnik obniżający siłę skrawania zależny jest od dwu różnych czynników. Jednym z nich jest pole naprężeń w pokładzie, które sumuje się z polem naprężeń występujących pod narzędziem urabiającym. Drugim zaś stan po przekroczeniu naprężeń krytycznych, które powodują dezintegrację calizny węglowej. Ten drugi czynnik odgrywa ważniejszą rolę w procesie urabiania.

Nad dezintergracją pokładów węgla prowadzono również badania w Instytucie Bergbaukunde 2 RWTH w Aachen. Ekipa tego Instytutu wspólnie z ekipą Instytutu Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej przeprowadziła badania przemieszczenia ociosu węgla w kop. Brzeszcze, charakteryzyzującego się wysokim współczynnikiem urabialności. Grubość pokładu przekroczała nieco 1 m. I w tych warunkach uzyskano także wyraźne przemieszczanie ociosu, co świadczy o powstawaniu sfery zdezintegrowanej nawet w bardzo niekorzystnych warunkach naturalnych. W strefie tej istnieją korzystniejsze warunki urabiania dla każdego typu urządzenia urabiającego w przodku ścianowym.

Zachodzi pytanie, jak pogodzić potrzebę wysokiej podporności obudowy z celowością spowodowania powstania strefy zdezintegrowanej. Na podstawie badań przeprowadzonych w naszych kopalniach stwierdzono, że istnieje możliwość



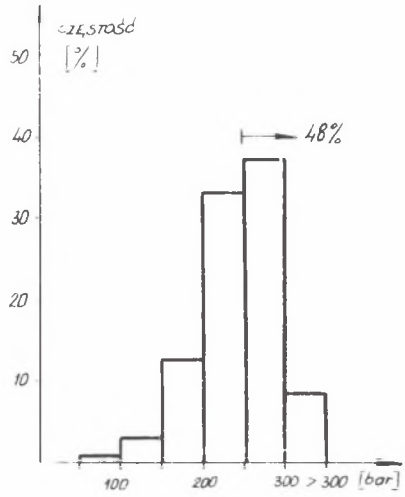
Rys.6 Wpływ grubości pokładu na współczynnik odprężenia k_o

Fig.6 Influence of a seam thickness on destressing factor k_o

optymalizacji tego zjawiska poprzez regulację podporności wstępnej obudowy zmechanizowanej. Im niższa podporność wstępna, tym większa konwergencja obudowy, a tym samym większe oddziaływanie na pokład. Podporność wstępna zależeć będzie od rodzaju węgla w pokładzie oraz od jego grubości. Jak widać z wykresu na rys.6, im grubszy pokład, tym niekorzystniejszy współczynnik "odprężenia" calizny węglowej. Aby go poprawić, należy w pokładach o większej grubości obniżyć bardziej podporność wstępną aniżeli w pokładach cienkich. Ilościowe zależności dla różnych warunków górniczych badane są w Instytucie Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej tym niemniej należy brać pod uwagę zakres zmienności podporności wstępnej w stosunku do roboczej od 0,5 - - 0,9.

Jednakże sterowanie podpornością wstępną wymaga uporządkowania uzyskiwania jednolitej podporności wstępnej i roboczej wzdłuż całej ściany. Jak wykazały bowiem badania przeprowadzone w wielu krajach, stopień nierównomierności uzyskanej faktycznie podporności jest bardzo niski. Np. na rys.7 pokazano rozkład podporności w jednej ze ścian kop. Niederberg w RFN. Wynika z niego szczególnie niekorzystny stan dla kopalń głębokich, w których nierównomierność podporności prowadzi do obwałów stropu. Dlatego w kopalniach głębokich należy stosować systemy automatycznego sterowania, które umożliwiają uzyskanie zdecydowanej poprawy w równomierności podporności.

Przedstawione wymagania, jakim powinna odpowiadać obudowa do kopalń eksploatujących pokłady na dużych głębokościach, są już częściowo rozwiązane. Jednakże zwiększanie się udziału wydobycia z głębszych poziomów wymaga kompleksowego podejścia do konstrukcji obudów, zapewniających warunki prawidłowej i bezpiecznej pracy.



Rys.7 Rozkład podporności obudowy w przodku ścianowym

Fig.7 Distribution of roof powered support load in a longwall face

Innym istotnym elementem, który wymaga szczegółowego przeanalizowania, są urządzenia urabiające. W naszych przodkach ścianowych stosuje się zarówno kombajny, jak i strugi.

Kombajny bębnowe są podstawą techniki urabiania. Na 100 analizowanych przodków ścianowych tylko 7 wyposażonych było w strugi węglowe. Wprawdzie kombajny obecnie produkowane mogą być stosowane w kopalniach głębokich, jadnakże ich podstawowym mankamentem jest zbyt wysoka zainstalowana moc, będąca niepożądanym źródłem ciepła. Obecnie produkowane kombajny przekraczają już 500 kW zainstalowanej mocy, a w jednostkowych przypadkach oscylują już wokół 1000 kW. Temu wzrostowi mocy należy w miarę możności przeciwdziałać. Zastosowanie regulowanej podporności obudowy zmechanizowanewj może obniżyć zapotrzebowanie mocy na urabianie, co z kolei pozwoli na stosowanie maszyn o mniejszej mocy.

Jak wykazały przeprowadzone w naszych kopalniach badania, poprzez obniżenie podporności wstępnej do 0,5 obniża się zapotrzebowanie mocy od kilku do trzydziestu procent w stosunku do podporności 0,9. Świadczy to o dużych możliwościach tkwiących we właściwym doborze podporności wstępnej obudowy.

Zmniejszenie zainstalowanej mocy jest tym bardziej możliwe, że górny bęben kombajnu pracuje praktycznie w strefie, w której węgiel odspoił się z naroża i wypadł.

A zatem celowa z punktu widzenia zmniejszenia emisji ciepła jest minimalizacja zainstalowanej w kombajnie mocy, przy niezmienionej wydajności. Ze względu na wypadające z naroży duże bloki węgla celowe jest także instalowanie na kombajnie kruszarek kęsów węgla.

Druga technologia urabiania, a mianowicie strugami, jest niedostatecznie wykorzystana w kopalniach głębokich. Pracujących obecnie 7 ścian strugowych daje zbyt niskie wydobycie dobowe, aby mogło stanowić zachętę do szerszego rozpowszechniania. Stąd też należy bezwzględnie pracować nad tą technologią urabiania i to nie tylko w pokładach cienkich. Stosowanie strugów w pokładach

o wysokim współczynniku urabialności wymaga zwiększania zainstalowanej mocy napędów nawet do 400 kW, a więc dorównują, a nawet często przekraczają moce zainstalowane w kombajnach. Należy wziąć jednak pod uwagę fakt, że na głębszych poziomach zalega przewaga węgli błyszczących, których współczynnik urabialności maleje ze wzrostem głębokości. Wynika stąd zasadniczy wniosek, że strugi w kopalniach głębokich należy stosować przede wszystkim w pokładach, w których zalega węgiel błyszczący.

Należy także wziąć pod uwagę fakt, że urabianie strugiem zmniejsza ilość powstającego przy urabianiu pyłu w stosunku do pyłu powstającego przy urabianiu kombajnami. Jest to bardzo istotna cecha, gdyż w kopalniach głębokich, ze względu na konieczność obniżenia temperatury powietrza, zwiększa się do wielkości dopuszczalnych prędkość powietrza, co prowadzi do zwiększania koncentracji pyłu w powietrzu. Zastosowanie strugów ogranicza w sposób "naturalny" zapylenie powietrza.

Istnieje także możliwość urabiania strugami pokładów grubszych, oczywiście z węglem błyszczącym, a to na skutek wypadania naroży przy stropie. Część pokładu pozostała do urabiania może być urobiona strugiem, co znacznie uprości technologie urabiania. Z tego rozumowania wynika, że celowe jest rozszerzenie techniki strugowej w kopalniach głębokich w połączeniu oczywiście ze sterowaną podpornością wstępną obudowy zmechanizowanej, przede wszystkim w węglach błyszczących. W węglach matowych strugów nie należy stosować.

Osobnym, pilnym zagadnieniem jest rozwiązanie urządzeń dla technologii podsadzania hydraulicznego i suchego. Uzyskane wyniki produkcyjne w ścianach podsadzkowych są zdecydowanie niższe niż w ścianach zawałowych. Składa się na to wiele przyczyn, które obserwowane są także w kopalniach eksploatujących pokłady wyżej zalegające. Specyfiką kopalń głębokich jest dostarczanie podsadzki przy bardzo dużych ciśnieniach mieszaniny oraz dużych prędkościach wypływu, co stwarza trudności technologiczne. Stąd też rozwiązania idą w kierunku obniżenia prędkości wypływu mieszaniny do przestrzeni podsadzanej, a tym samym do możliwości regulacji procesem podsadzania. Z punktu widzenia zapewnienia prawidłowych warunków klimatyzacyjnych w kopalniach głębokich stosowanie podsadzki hydraulicznej jest niekorzystne. Pod tym względem korzystniejsze jest stosowanie podsadzki suchej. Stojące jednak do dyspozycji maszyny nie zapewniają odpowiedniej wydajności podsadzania, a to uniemożliwia uzyskanie odpowiedniej koncentracji produkcji. W tym zakresie należy przyspieszyć prace badawczo-rozwojowe, ażeby w miarę potrzeb wynikających z problemów klimatyzacji zastąpić podsadzanie hydrauliczne podsadzaniem suchym.

Ponieważ warunki eksploatacji na dużych głębokościach stwarzają dodatkowe niedogodności i zagrożenie dla pracujących tam ludzi, zachodzi potrzeba, ażeby eksploatację prowadzić w procesie produkcyjnym w pełni zautomatyzowanym, tzn. bez udziału ludzi w przodku. Jedynie w czasie zmian remontowych będą ludzie w przodkach. Przodki te traktować należy pod względem automatyzacji na równi z przodkami w pokładach cienkich, a więc priorytetowo.

Osobną grupą maszyn, która związana jest wyłącznie z kopalniami głębokimi, są urządzenia do schładzania powietrza. Ta ważna grupa maszyn, która w miarę schodzenia z eksploatacją na coraz większe głębokości będzie odgrywała coraz to większą rolę tak z punktu widzenia ekonomicznego, jak i ergonomicznego. Proces tylko w niezbędnych warunkach. Stąd obniżanie temperatury powietrza innymi metodami (np. wspomnianym ograniczaniem zainstalowanej mocy) będzie odgrywać zasadniczą rolę. Schładzanie powietrza będzie stosowane na pewno w długich nitkowych wyrobiskach. Problem ten jest jednak bardziej związany z problemami wentylacji i nie będzie w tej pracy szerzej omawiany.

4. WNIOSKI

1. Aktualnie produkowane maszyny i urządzenia do przodków ścianowych pozwalają na uzyskiwanie wydobycia z większych głębokościach na dobrym poziomie koncentracji. Nie spełniają one jednak wszystkich wymagań technicznych, jakim powinny odpowiadać.

2. Szczególne wymagania stawiane są obudowom zmechanizowanym, które decydują o bezpieczeństwie pracy w przodku, ale także o skuteczności urabiania.

3. Istotną uwagę należy zwrócić na problem regulowanej podporności wstępnej obudowy zmechanizowanej.

4. Należy wykorzystać możliwość sterowania polem naprężeń w pokładzie do obniżenia energochłonności urabiania, a tym samym zainstalowanej w maszynie mocy, co jest niezbędne dla zmniejszenia emisji ciepła przez silniki elektryczne.

5. W pokładach z węglami błyszczącymi należy rozpowszechniać stosowanie strugów jako korzystniejsze z punktu widzenia generacji pyłu oraz energochłonności urabiania.

6. W pokładach eksploatowanych na dużych głębokościach należy dążyć do stosowania pełnej automatyzacji wydobycia węgla, a co za tym idzie bez udziału ludzi w przodku.

LITERATURA

[1] *Drewniak R.* : Wybrane zagadnienia dotyczące wybierania cienkich pokładów węgla kamiennego w polskich zagłębiach węglowych. Przegląd Górniczy, 1986, nr 4, s. 106-111.

[2] *Kidybiński A.*: Podstawy geotechniki kopalnianej. Katowice 1982.

[3] *Sikora W.*: "Gewinnbarkeit der Kohle unter erhöhtem Gebirgsdruck". Balkema, Rotterdam 1986.

[4] *Beron A.*: "rezanje Ugla". Moskwa 1962.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. **Alfred BILIŃSKI**

Wpłynęło do Redakcji w lutym 1992 r.