

Rudolf OSTRIHANSKY

MOŻLIWOŚĆ WYMIAROWANIA I WYBIERANIA RESZTEK POKŁADÓW TĄPIĄCYCH PRZY ZBLIŻANIU SIĘ CZYNNYCH FRONTÓW EKSPLOATACYJNYCH DO CHODNIKÓW

Streszczenie. W artykule omówiono na podstawie obserwacji praktycznych wymiarowanie metodami analitycznymi niebezpiecznej resztki przy zbliżaniu się czynnego frontu do chodnika. Ponadto, podano sposoby profilaktyki stosowane przy prowadzeniu eksploatacji w zawężanych resztkach.

1. WSTĘP

Zbliżanie się czynnego frontu eksploatacyjnego do wyrobiska chodnikowego powoduje wzrost naprężeń, który w pokładach tąpniętych i przy dostatecznie dużych naprężeniach (wynikających zarówno z głębokości zalegania, jak i sytuacji geologiczno-górnictwej) może doprowadzić do tąpnięcia. Tąpnięcie w krańcowym przypadku powoduje przemieszczenie się substancji zawężanej "kostki" węglowej we wszystkich wolnych kierunkach, a więc zarówno w kierunku wyrobiska eksploatacyjnego jak i chodnika. Treścią artykułu jest krótka ocena prowadzonych w kopalniach "Kleofas" i "Wieczorek" badań mających na celu określenie strefy zagrożonej przy chodniku, ustalenie parametrów, od których zależy zagrożenie oraz opracowanie sposobu czynnego likwidowania tego zagrożenia.

Pominięto również przypadki, których skutki tąpnięć świadczyły o stropowym charakterze odprężeń.

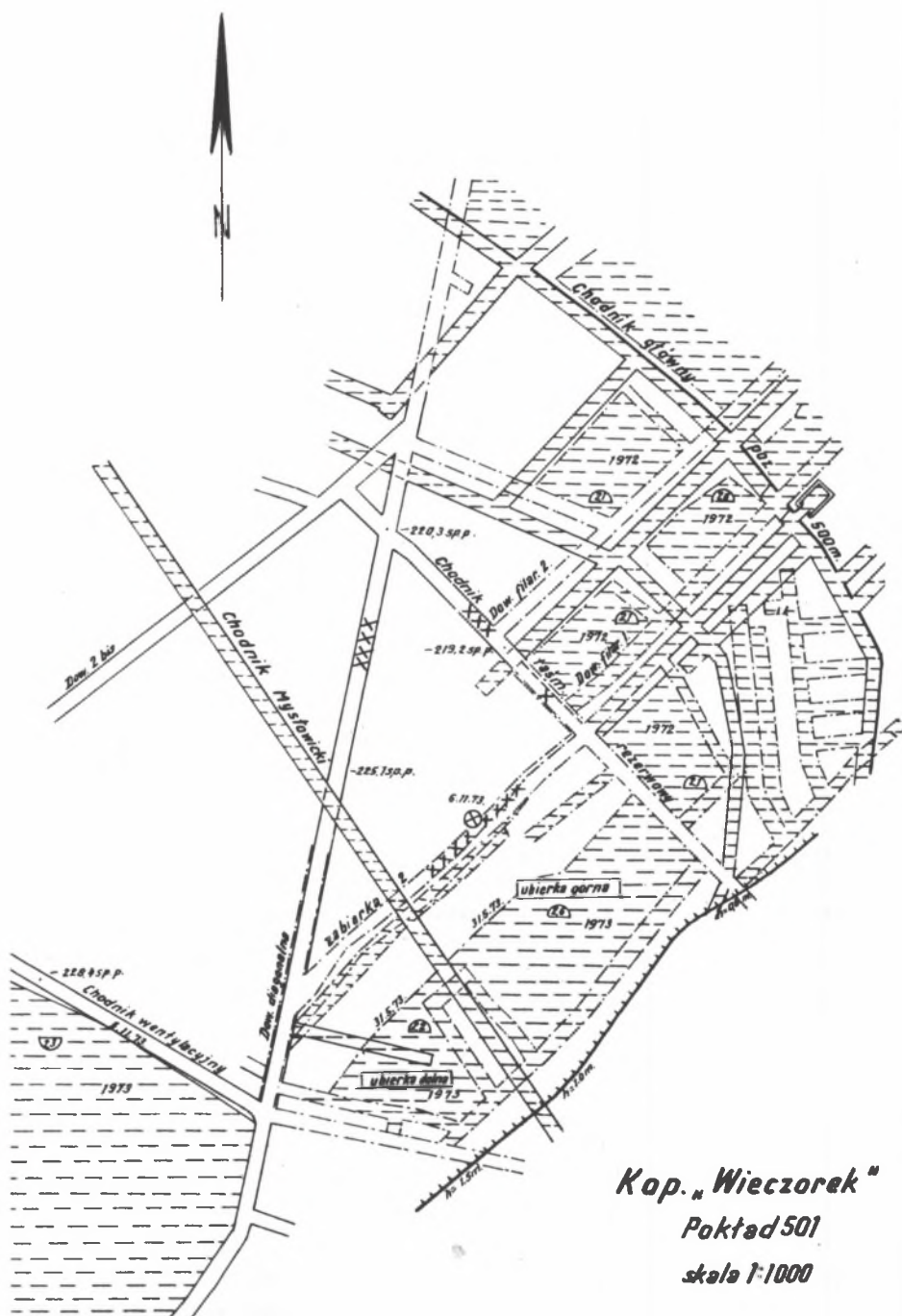
Z badanych i omawianych przypadków, czterokrotnie nastąpiło tąpnięcie przy wyraźnym zniszczeniu struktury pozostałej resztki węglowej.

Dwa z tych tąpnięć były spowodowane robotami strzałowymi. Badaniami sejsmo-akustycznymi i za pomocą otworów sondażowych starano się uchwycić moment wystąpienia maksymalnych naprężeń, przy których dodatkowy wzrost ciśnienia doprowadzi do tąpnięcia. W niektórych przypadkach mimo wyraźnego wzrostu naprężeń nie dochodziło do ich nadmiernej koncentracji powodującej tąpnięcie lecz występowała określonej szerokości strefa zniszczenia w której zachodziło stopniowe zmniejszanie naprężeń.

2. BADANIA I OBSERWACJE PROWADZONE PRZY ZBLIŻANIU SIĘ CZYNNYCH FRONTÓW DO CHODNIKÓW

Obserwacjami objęto ściany w pokładach 501, 504 i 510 w kopalniach "Kleofas" i "Wieczorek" (rys. 1 i 2).

Kontrole stanu naprężeń prowadzono w obu kopalniach za pomocą otworów



Kop. „Wieczorek”
Pokład 501
skala 1:1000

Rys. 1

sondażowych, a w kopalni "Kleofas" dodatkowo za pomocą badań sejsmoakustycznych.

Okres wzrostu naprężeń, pokrywający się z okresem intensywnego niszczenia zaczynał się przy powierzchniach "kostek" wynoszących około 2500 m^2 (przy średniej odległości ściany od chodnika od 30 do 40 metrów).

Tąpnięcia powodujące zniszczenie struktury kostek lub procesy intensywnego ich rozgniataania - związane ze zniszczeniem spoiwości węgla, występowały przy powierzchni resztek od 1850 m^2 do 740 m^2 .

Tąpnięcia spowodowane nastąpiły przy stosunkowo niewielkich wymiarach kostek: 950 m^2 i 740 m^2 . Mniejsza z kostek o pow. 740 m^2 miała kształt trójkąta. Kąt frontu ściany z dowiezchnią, do której zbliżała się ściana, wynosił 25° a dowiezchnia przed ścianą została podsadzona.

Do nieudanych prób wybrania resztek pokładu przy zbliżaniu się ściany do wyrobisk chodnikowych należy eksploatacja ściany "O" w. 1 w pokł. 510 kopalni "Kleofas" i ubierki podstropowej w pokł. 501 kopalni "Wieczorek".

W obu przypadkach resztki miały kształt trójkąta (lub zbliżony) a powierzchnie wynosiły 1100 m^2 w kopalni "Kleofas" i 1850 m^2 w kopalni "Wieczorek". W obu przypadkach stwierdzony wzrost naprężeń zmniejszono metodą strzelań kamufletowych, a na kopalni "Wieczorek" dodatkowo przez lawadnianie pod dużym ciśnieniem dochodzącym do 2550 MN/m^2 (260 at).

Pomimo przeprowadzonej profilaktyki, która spowodowała czasowe zmniejszenie naprężeń, doszło do ponownego ich wzrostu, co w konsekwencji doprowadziło do nieprovokowanych tąpnięć.

3. OPIS NAJBARDZIEJ CHARAKTERYSTYCZNYCH PRZYKŁADÓW

W tablicy 1 zestawiono 8 charakterystycznych przykładów wybierania kostek węglowych, przy zbliżaniu się frontów ściannych do wyrobisk chodnikowych, w kopalniach Kleofas i Wieczorek w latach 1968-1974.

We wszystkich przypadkach prowadzono eksploatację z podsadzką płynną, z obudową drewnianą lub mieszaną (drewniana wzmocniona podciągami stalowymi).

Z zestawionych ośmiu przypadków dwa, jako najbardziej reprezentatywne, zostały szczegółowo opisane.

Przykład 1 (tablica 1 lp. 3)

Ściana 7, warstwa 1, w pokł. 501 o miąższości około 9 m. W stropie zalega silna ława piaskowca, a powyżej nieczysto wybrany pokład 416 w odległości około 100 m od 501. Wysokość ściany wynosiła około 3,0 m. Na całym wybiegu ściany występowały liczne odprężenia i tąpnięcia, szczególnie w rejonie pozostawionych resztek w pokł. 416.

Przy zbliżaniu się frontu ściany do chodnika wentylacyjnego, stwierdzono badaniami wzrost naprężeń, objawiający się również wyraźnym niszczeniem struktury węgla. Powierzchnia resztki wynosiła wówczas około 2255 m^2 , co odpowiada odległości od chodnika wentylacyjnego około 33 do 34 metrów, przy blisko osiemdziesięciometrowej ścianie.

Odległość ta pokrywa się z odległością bezpieczną, obliczoną wg H. Gila i W. Kraja (1).

Tablica 1

Lp.	Oddział, pokład, ściana	Data, Energia sejsmiczna tąpnięcia lub odprężenia	Powierzchnia kostki w m ² przy której rozpocz. się proces gwałtownego niszczenia	Powierzchnia kostki i objętość warstwy przy której doszło do tąpnięcia	Skutki tąpnięcia i uwagi
1	2	3	4	5	6
1	G-VIII pokł. 504 ściana 2 kop. "Kleofas"	3.07.1968 r.	-	Tąpnięcie ok. 1850 m ²	Wyrzucenie węgla z ociosu od strony wp. II na od-cinku 40 m, budowa zniszczona. Odległość frontu ściany od chodnika nadścianowego w momencie tąpnięcia licząc po upado-wej II 23 m a po dow. I 33 m.
2	G-XI pokł. 501 ściana 5/1 kop. "Kleofas"	-	2555 m ²	Tąpnięcie nie wy-stąpiło, przez cały czas w strefie tej prowadzono strzela-nie wstrząsowe	Bez skutków. Front ściany wzduż dow. 9 - 35 m od chodnika wentylacyjnego 2, a wzduż dow. 10-41 m od chodn. wentyl. Od tego momentu rozpoczęła się proces gwałtownego niszcze-nia i został zakończony w momencie dojścia frontem ściany na odległość około 12 m do chodn. wentyl. 2
3	G-XI pokł. 501 ściana 7/1 kop. "Kleofas"	2.01.1970 r. E = 1,4 x 10 ⁵ J	2555 m ²	Tąpnięcie po strze-laniu kamufletowym ok. 950 m ² ok. 2850 m ³	Wyrzucenie węgla z ocio-su od strony dow. 10 na odcinku 15 m. Wyrobisko odróżne. Front ściany w odległości 13 m od chod-nika wentylacyjnego.

cd. tablicy 1

	2	3	4	5	6
4	G-XI pokł. 501 ściana 5/1 kop. "Kleofas"	11.7.1970 r. E = 2,5 x 10 ⁴ J	-	Tapnięcie do strze- laniu urabiającym ok. 740 m ² ok. 2200 m ³	Wyrzucenie węgla z ocio- su od strefy chodn. 10 m. Wyrobisko drożne. Front ściany w odległości 27 m od dow. 10 licząc wzdłuż chodn. wentyli.
5	G-VII pokł. 510 ściana "O" kop. "Kleofas"	7.01.1972 r. E = 5,4 x 10 ⁷ J	-	Tapnięcie ok. 1100 m ² ok. 3100 m ³	W wyniku tapnięcia nast. zwał w ścianie "O" w I na odcinku 20 m w chodn. podścianowym na odcinku 10 m oraz w dc- wierzchni IV na odcinku 20 m. Obudowa w wymie- nionych wyrobiskach została całkowicie zniszczona. Front ściany w odległości 27 m od dzwierzchni IV wzdłuż chodnika podścianowego i 4 m od dzwierzchni IV wzdłuż chodnika wentyla- cyjnego.
6	G-II pokł. 510 I warstwa śc. podł. dolna kop. "Wieżzorek"	3.03.1973 r. E = 2,9 x 10 ⁶ J	ok. 2200 m ²	Tapnięcie ok. 2200 m ² ok. 5500 m ³	Uszkodzenia obudowy śc. pomiędzy 5 a 30 m, licząc od chodnika podścianowego. Wyraz węgla na całym od- cinku zniszczeń z ociosu z głębokości do 1 m oraz obwał węgla ze stropu. Front ściany w odległości ok. 10 m od dzwierzchni w chodniku nadścianowym, a 42 m w chodniku podścia- nowym.

cd. tablicy 1

1	2	3	4	5	6
		21.03.1973 r. E = ok. 1 x 10 ⁵ J	-	Tapnięcie po strzelaniu kamufletowym ok. 1800 m ² ok. 4500 m ³	Zniszczenia obudowy na dług. 55 m ściany poczynając od chodnika podścianowego. Wystąpiły trzy obwały stropu o wym. 4-5 m dług. 2-3 m szer. 1,5 m wysokości. Zniszczenia w przecinkach łączących chodnik podścianowy ze ścianą. Front ściany zbliżył się do dow. ok. 5 m w obu chodnikach.
		5.4.1973 r. E = 3,5 x 10 ⁶ J	-	Tapnięcie po strzelaniu kamufletowym ok. 1300 m ² ok. 3250 m ³	Skutki tapnięcia wystąpiły na odcinku 43 m licząc od chodnika podścianowego. Obudowa zdewastowana na całej długości 43 metrów. Powstała wyrwa w stropie do wys. ok. 1 m. Front ściany doszedł do dowiezchni w chodniku nadścianowym do odległości 33 m.
7	6-III pok. 501 warstwa pod- stropowa ubierka podłużna kop. "Wieżorek"	6.11.1973 r. E = 1,3 x 10 ⁷ J	-	Tapnięcie stosowano strzelanie kamufletowe i nawadnianie ok. 1850 m ² ok. 4600 m ³	Zniszczenie obudowy w ubierce pomiędzy 16 a 24 m licząc od chodnika tasowego. Z ociosu ubierki nastąpiło odspojenie węgla i obwał ze stropu, a pomiędzy 24 a 44 m od chodnika tasowego nastąpiło wypiętrzenie spągu. W dowiezchni diagonalnej nastąpiło zdeformowanie obudowy żp i wypiętrzenie spągu. W chodniku tasowym pomiędzy 25 m a 32 m nastąpił obwał węgla ze stropu.

cd. tablicy 1

1	2	3	4	5	6
	G-IV pokł. 501 warstwa ściana zamknięta kop. Wieczorek	18.03.1974 r. ok. 1,10 ⁴ J	ok. 1100 m ²	Tapieciece wybit- nie pokładowe ok. 1100 m ² ok. 3000 m ²	<p>Wystąpił wyrzut węgla z ociosu na długości ok. 20 m na odcinku pomlędzy 8 a 28 m od chodnika nadścianowego. Obudowa zniszczona. Front ściany w odległości 26 m od dow. w chodniku nadścianowym, a 18 m w chodn. podścianowym.</p> <p>Wystąpił wyrzut węgla z ociosu na całej długości ściany. Przesunięcie przenosiła i wybitcie obudowy w I polu.</p> <p>Bez widocznych skutków w wyrobiskach</p>
		24.03.1974 r. 3 . 10 ⁵ J	-	Tapieciece po strzelaniu kamufletowym	
		26.03.1974 r. 1,2 . 10 ⁷ J	-	Odpężenie po strzelaniu kamufletowym ok. 1000 m ² ok. 2700 m ³	

Od tego momentu rozpoczęto strzelania kamufletowe, które każdorazowo przesuwały strefę maksymalnych ciśnień w głąb calizny oraz powodowały szereg odprężeń.

Przy powierzchni resztki 950 m^2 , co odpowiada odległości ok. 13 m od chodnika wentylacyjnego, bezpośrednio po strzelaniu kamufletowym nastąpiło tąpnięcie o energii sejsmicznej $1,4 \times 10^7 \text{ J}$.

Spowodowało ono całkowite zniszczenie struktury kostki węglowej, co zostało stwierdzone wierceniami sondażowymi.

Przykład 2 (tablica 1 lp. 7)

Ubierka podstropowa w pokł. 501 o miąższości 5,5 m.

W stropie zalega silna ława piaskowca.

Najbliższy powyżej eksploatowany w tym rejonie pokł. 405 zalega w odległości ok. 170 m powyżej 501.

Ubierka prowadzona pod stropem likwidowała resztkę węgla między chodnikiem taśmowym a diagonalną, tworzącymi ze sobą kąt 56° . W polu wybieranym przez ubierkę, nad pokł. 501 przebiegał tzw. chodnik "myszowicki" w odległości 2-3 m powyżej stropu. Na skutek zaburzeń geologicznych w stropie pokładu ubierka została zatrzymana, a następnie ponownie uruchomiona z nowej rozciągki poza zasięgiem zaburzenia.

Noga między ubierką a rozciągką została częściowo wybrana, a reszta rozstrzelana.

W likwidowanej kostce stwierdzono podwyższony stan naprężeń w części na północ od chodnika "myszowickiego". W związku z powyższym, resztkę nawodniono pod ciśnieniem $980-2550 \text{ kN/m}^2$ (100-260 at), otworami o długości 6-12 m wykonanymi z ubierki, diagonalni i chodnika taśmowego.

Nawodnianiu towarzyszyły liczne odprężenia występujące zarówno w ubierce jak i w wyrobiskach sąsiednich.

Po nawodnieniu przeprowadzono wiercenia sondażowe, które wykazały zawilgocenie calizny i przesunięcie się strefy zwiększonych ciśnień w głąb kostki.

Ponieważ w trakcie rozruchu ubierki, (wybieranie, rozstrzelanie i podsadzenie ociosu wschodniego) po upływie 10 dni od nawodnienia stwierdzono ponowny wzrost naprężeń w kostce, przeprowadzono strzelanie kamufletowe, a po stwierdzeniu otworami sondażowymi przesunięcia się strefy zwiększonych ciśnień do calizny, wykonano strzelanie urabiające. Około 5 godz. po strzelaniu urabiającym w toku wybierania węgla nastąpiło tąpnięcie o energii sejsmicznej $1,3 \times 10^7 \text{ J}$.

Skutki tąpnięcia (obwały i wypiętrzenia spagu) ujawniły się tylko na północ od chodnika "myszowickiego" zarówno w ubierce jak i w chodniku taśmowym i diagonalni.

Powierzchnia kostki biorącej udział w tąpnięciu wynosiła 1850 m^2 (cała kostka 2270 m^2).

4. ANALIZA PRZYKŁADÓW

Z analizy przedstawionych tapani i odprężeń wynika, że wybierana reszka pokładu dochodzi do takiej wielkości, w której koncentracja naprężeń pochodzących od czynnej eksploatacji, wydrążonego chodnika i naprężeń pierwotnych, powoduje proces gwałtownego niszczenia jej struktury. Wielkość ta, zwana dalej "krytyczna" jest ściśle związana z warunkami górniczo-geologicznymi wybieranego pokładu. Przy wybieraniu kostki, której wielkość zbliżona jest do krytycznej, dochodzi do sytuacji, w której każde zmniejszenie jej wielkości lub wstrząs wywołany strzelaniem urabiającym lub kamuflętowym może doprowadzić do tapania.

Określenie krytycznej wielkości kostki sprowadza się często do wyznaczenia odległości pomiędzy równoległymi wyrobiskami chodnika i ściany.

W wielu przypadkach jednak wyrobiska te są skośnie usytuowane i płaszczyzna stropu kostki przybiera postać trapezu lub trójkąta. Dla prób ujednoczenia parametru, przeprowadzono analizę wielkości powierzchni stropu wybieranej resztki.

W uzupełnieniu praktycznych obserwacji dla trzech przypadków równoległego usytuowania wyrobisk (tablica 1 lp. 2, 3 i 8), obliczono wg metody podanej przez H. Gila i W. Kraja (1), odległości frontu ściany od chodnika, przy których mogą wystąpić przejawy gwałtownego rozsądzenia kostek.

Znajomość wielkości krytycznej kostki pozwala na wystarczająco wcześnie wprowadzenie aktywnych środków profilaktycznych, zmniejszających zagrożenie tapaniami.

Rozważając skuteczność stosowanych środków zwalczania zagrożenia tapaniami przy zbliżaniu się frontu ściany do chodnika należy stwierdzić, że prawidłowo stosowane i wykonywane strzelanie kamuflętowe powoduje prowokowane odprężenia i tapania, które pomimo częstych uszkodzeń wyrobisk pozwalają wybrać resztkę bez nieprognozowanych tapani. Ponieważ strzelanie kamuflętowe jest działaniem powtarzaną co pewien cykl eksploatacji, należy w czasie prac wybierkowych ograniczyć inne wpływy zmieniające stan naprężeń w kostce, w celu niedopuszczenia do niekontrolowanych procesów odprężania się resztki.

Z powyższych rozważań wynika, że należy wytworzyć taką sytuację górniczą, w której dominującym czynnikiem zmniejszania objętości nierozkruszonego węgla w kostce oraz rozładowywania powstałych przez to koncentracji naprężeń, było strzelanie, a nie wpływy robót wybierkowych.

Stosując powyższe założenia wytwarzamy cyklicznie powtarzający się proces gwałtownych prowokacji tapania, przegradzany robotami wybierkowymi w odprężonej strefie przyciosowej. We wszystkich opisanych próbach rozładowania zaakumulowanej przez resztkę węglową energii sprężystej, stosowano strzelanie kamuflętowe jako podstawowy czynnik prowokowania odprężeń. W jednym tylko przypadku zastosowano metodę włączania wody w pokład w celu likwidacji zagrożenia tapaniami, powodującą zmniejszenie naprężeń na drodze zmian własności wytrzymałościowych węgla.

Niezależnie od tych metod, zbliżał się pięciokrotnie front ściany równo-

legie do chodnika i prawie we wszystkich przypadkach chodniki te były podsadzone.

5. WNIOSKI

1. Obserwowany przedział odległości równoległego frontu ściany od chodnika, w którym występowało intensywne niszczenie struktury węgla w resztkach, wynosił od 12 do 31 metrów. Przedział ten mieści się całkowicie w strefie wzmożonych koncentracji naprężeń w kostce, wyliczonej metodą H. Gila i W. Kraja.
2. Powierzchnia krytyczna kostki, przy której może dojść do jej zniszczenia waha się pomiędzy 1850 m^2 a 750 m^2 , zaś proces intensywnego rozgładzania zachodzi już przy powierzchniach rzędu 2500 m^2 . Stwierdzono także, że przy resztkach, których powierzchnia uległa zmniejszeniu do wielkości poniżej 740 m^2 , zanikają przejawy niszczenia struktury węgla.
3. W przeanalizowanych przypadkach nie stwierdzono aby skosowanie frontu ściany względem chodnika zmniejszało zagrożenie wystąpienia tapani. Przeciwnie, stwierdzono, że skosowanie wyrobisk powodowało samoistne rozkruszanie się resztek w obrębie ostrego kąta pomiędzy ścianą a chodnikiem, a przez to niekontrolowane zmniejszenie się ich wielkości do krytycznej.
4. W przytoczonych przykładach nie stwierdzono wpływu podsadzenia chodnika na stan zagrożenia tapaniami w wyrobisku ścianowym.
5. Stwierdzono, że w wypadku zatrzymania wybierania kostki po wcześniej wykonanych strzelaniach kamufletowych lub nawadnianiu, zachodziło przemieszczanie się przesuniętej w głąb calizny, strefy zwiększonych ciśnień w stronę ociosu.

LITERATURA

- [1] Gil H., Kraj W.: Określenie bezpiecznej odległości frontu ścianowego przy zbliżaniu się do chodnika. Archiwum Górnictwa, tom XVII, zeszyt 3, 1972 r.
- [2] Neyman B., Szczówka Z., Ożana P.: Określenie niebezpiecznej strefy w pokładzie tąpącym przy zbliżaniu się do wyrobisk górniczych. Komunikat GIG nr 546.
- [3] Kartoteka Tapani. Archiwum Zakładu Tapani. GIG.
- [4] Wierzcnowska Z., Fozta F., Martuszewski A., Kowalska E.: Najsilniejsze wstrząsy górotworu. Roczniki 1968-1974, Komunikaty GIG.

ВОЗМОЖНОСТЬ НАНЕСЕНИЯ РАЗМЕРОВ И ВЫЕМКИ ОСТАТКОВ
ИЗ ПЛАСТОВ С ТЕКТОНИЧЕСКИМИ УДАРАМИ ПРИ ПРИБЛИЖЕНИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФРОНТОВ К ШТРЕКАМ

Р е з ю м е

В статье, на основании практических наблюдений, обсуждается нанесение размеров аналитическими методами опасных остатков при приближении действующего фронта к штреку. Приводятся тоже профилактические способы, применяемые при эксплуатации в суживающихся остатках.

POSSIBILITIES OF DIMENSIONING AND WINNING OF BUMPING
DEPOSITS REMAINS, WHEN ACTIVE EXPLOITATION FRONTS ARE
APPROACHING TO THE ROADWAYS

S u m m a r y

In the paper - on the ground of practical observations - a dimensioning by means of analytic methods, of a dangerous remain, when active front approaches a roadway - has been discussed.

Moreover some ways of prevention used in conducting exploitation in narrowed remains, has been given.