

Violetta SOKOŁA - SZEWIOŁA

ROZKŁADY ENERGII I ILOŚCI WSTRZĄSÓW W WYBRANYCH ŚCIANACH KWK "KATOWICE"

Streszczenie. W artykule zaprezentowano rezultaty przeprowadzonej analizy aktywności sejsmicznej w wybranych ścianach z podsadzką hydrauliczną KWK "Katowice" prowadzonych w tzw. "czystym polu". W oparciu o wykonane rozkłady energii i ilości wstrząsów wyznaczono obszary o największym zagrożeniu tąpnięciami, które w analizowanych ścianach podsadzkowych występują w bezpośrednim sąsiedztwie czoła ścian.

ENERGY AND TREMORS QUANTITY DISTRIBUTIONS IN CHOSEN LONGWALLS OF THE "KATOWICE" COAL - MINE

Summary. The results of seismic activity analysis carried over in choosen longwalls with hydraulic stowing of The "Katowice" Coal-Mine, exploited in the so - called "pure - panel", are described in this article. Areas with the highest ruck burst hazard, with occur, in analysed longwalls with hydraulic stowing, close by the longwallfaces, were marked out, by taking into account the presented energy and tremors quantity distributions.

1. Wstęp

Zagrożenie tąpnięciami stanowi istotny problem górnictwa węglowego. Spośród obszernej literatury dotyczącej tej tematyki dość marginesowo traktowany jest problem zależności stanu zagrożenia od przyjętego sposobu kierowania stropem, szczególnie w sytuacji, kiedy istnieje możliwość zastosowania zarówno systemu eksploatacji z zawalem stropu, jak i z podsadzką hydrauliczną. Problem ten jest dość złożony, szczególnie ze względu na to, że w kopalniach w większości występują równocześnie różne zagrożenia, w związku z czym chętniej w obecnym okresie stosowany jest system z podsadzką hydrauliczną. Dodatkowo mają tu znaczenie względy ekologiczne oraz ochrony powierzchni. Należałoby jednak zwrócić uwagę na stanowiący o ważności problemu fakt, że pod ziemią pracują ludzie i najważniejszym naszym zadaniem powinna być ochrona ich życia.

Miarą zagrożenia tąpnięciami może być aktywność sejsmiczna górotworu w eksploatowanym rejonie. Określenie obszarów najbardziej niebezpiecznych, czyli o największej aktywności sejsmicznej, można wyznaczyć wykorzystując w tym celu rozkłady energii oraz ilości wstrząsów w pobliżu przesuwanego się frontu ścianowego. Zagadnieniem tym zajmowali się m.in. B. Drzęzła, A. Goszcz, M. Filipek, B. Syrek, Z. Gerlach. Badania aktywności sejsmicznej w ścianach z podszkawką hydrauliczną pozwalają na stwierdzenie, że strefa najbardziej niebezpieczna znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie czoła ściany lub na jej wybiegu oraz zdecydowanie większa część energii przypada na wybieg ściany. Wyniki tego typu prezentowano w m.in. w pracy [2], gdzie stwierdzono występowanie maksimów bezpośrednio w pobliżu czoła ściany lub na jej wybiegu, przy czym wraz z głębokością eksploatacji zbliżają się one do frontu ściany. Badania nad aktywnością sejsmiczną ścian podszkawkowych KWK "Katowice" wskazują na istnienie maksimów energetyczno-częstotliwościowych w zrobach ok. 10 m za frontem ściany [6]. Prace poświęcone temu problemowi prezentujące wyniki analiz przeprowadzonych dla ścian podszkawkowych KWK "Wujek" stwierdzają występowanie maksimów energetycznych na wybiegu ściany w odległości ok. 12 m przed czołem, a częstotliwościowych w czoło ściany. Zdecydowanie większa część energii przypada na wybiegi analizowanych ścian [15, 16]. Przedstawione w pracy [14] wyniki badania aktywności sejsmicznej w ścianach z podszkawką hydrauliczną w KWK "Centrum" wskazują także na występowanie maksymalnych energii w pobliżu czoła ściany. Sporządzone i zaprezentowane w pracach [1,16] teoretyczne rozkłady naprężeń w sąsiedztwie czoła ściany są zgodne z rozkładami ilości i energii wstrząsów.

W artykule przedstawiono rozkłady energii oraz ilości wstrząsów ścian z podszkawką hydrauliczną eksploatowanych w OG KWK "Katowice". Ściany dobrano tak, by cechowały się dużą aktywnością sejsmiczną przy jednocześnie nieskomplikowanych warunkach górniczo-geologicznych. Sporządzono rozkłady sumy energii i ilości wstrząsów w rejonach eksploatacji w tzw. "czystym polu". Wyniki zostały poddane standaryzacji i prezentują wartość energii i ilości przypadającą na wyeksploatowaną jednostkę objętości.

2. Sposób rozwiązania zagadnienia

Badania przeprowadzono w oparciu o dane dotyczące wstrząsów pobrane z kopalnianej stacji geofizyki. Dane dotyczące eksploatacji odczytano z map pokładowych wyrobisk górniczych w skali 1:2000. Front ścianowy przyjęto za początek przesuwanego się układu

współrzędnych, a głębokość eksploatacji jest równa głębokości występowania wstrząsów. Wstrząsy sumowano w 10 m interwałach przy przyjęciu odchylenia standardowego ± 30 m. Rozkłady energii wstrząsów wykonywano biorąc pod uwagę tylko te zjawiska, które wystąpiły w odległości po 200 m przed i za frontem ściany oraz po 10 m "na boki" od granic pola eksploatacyjnego. Rozkłady sporządzano w linii prostopadłej do frontu ściany.

Aktywność sejsmiczną kolejnych ścian określano na podstawie krzywych rozkładu gęstości sumy energii i ilości wstrząsów. Dla każdego wstrząsu obliczano odległość miejsca lokalizacji wstrząsu od aktualnego położenia frontu ściany oraz energię sejsmiczną zależną od odległości od czoła ściany. Maksymalną gęstość energii oznaczono E_{max} , maksymalną gęstość liczby wstrząsów oznaczono N_{max} .

Korzystano z programu opracowanego w Instytucie Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Wyniki przedstawiono w formie krzywych rozkładu gęstości sumy energii oraz liczby wstrząsów.

3. Warunki górnico - geologiczne w rejonie prowadzonych ścian

W obszarze KWK "Katowice" analizowano ściany 534 i 535 prowadzone w pierwszej warstwie pokładu 510. Eksploatowano je systemem ścianowym z podsadzką hydrauliczną w odmianie poprzecznej, w rejonie południowym. Ze względu na znaczną głębokość eksploatacji oraz występowanie nad pokładem kilku ław piaskowców oraz krawędzi pokładów sąsiadujących w warunkach wysokiego zagrożenia tąpnięciami.

W stropie pokładu 510 występują: ławica piaskowca o grubości 20.0-28.0 m przechodząca miejscami w stropie bezpośrednim łupek ilasty silnie zapiaszczony, 6.0-9.0 metrowy kompleks naprzemianległych warstw łupku piaszczystego i ilastego, wśród których występuje nieregularny pokład węgla o grubości 0.3-1.0 m (pokład 501). W spągu pokładu zalega: 2.0 m warstwa łupku ilastego, 5.5 m warstwa łupku piaszczystego.

W południowej i środkowej części ścian, od pokładu 510 wzdłuż linii południowy zachód-północny wschód z pokładu wydziela się pokład 504 grubości 2.5-4.6 m zbliżający się stopniowo do pokładu 501. W rejonie rozszczepienia pokłady 504 i 510 oddzielone są jedynie warstwą łupku ilastego o grubości 4.0 m. Nad pokładem 504 zalega warstwa łupku ilastego i piaszczystego o grubości 6.5 m, a wyżej ławica piaskowca o grubości do 25.0 m. Na północ od linii rozszczepienia grubość pokładu 510 waha się w granicach od 6.0-7.5 m, a kąt upadu pokładu w granicach 4-8°. Na wybiegu ściany 535 nie występują zaburzenia typu uskokowego.

Głębokość eksploatacji w tym rejonie wynosi od ok. 600 do 780 m. Rejon eksploatacji ścianami 534 i 535 sięga na głębokość od ok. 700 do 780 m. W momencie rozpoczęcia eksploatacji ścianą 534 w pokładzie wyeksploatowany był już rejon na wschód od ściany 534, w którym prowadzono eksploatację w I warstwie z podsadzką hydrauliczną do roku 1989. Początkowy odcinek biegu analizowanych ścian prowadzony jest w rejonie eksploatacji ścianą 535b prowadzonej z zawałem stropu w III warstwie pokł. 510 (rys.1).

Ściany prowadzono w początkowym okresie w I stopniu zagrożenia tąpnięciami, a następnie w stopniu III. Prowadzono obserwacje: sejsmologiczne, sejsmoakustyczne, wiercenia małośrednicowe.

Profilaktyka przeciwtańpaniowa: strzelania wstrząsowo-odprężające.

Krawędzie eksploatacji pokładów sąsiadujących: pokład 510 III warstwa w odległości 3.0-5.0 m, pokład 418 w odległości ok. 70.0 m, pokład 416 w odległości ok. 80.0 m.

4. Rozkłady energii i ilości wstrząsów

Dane dotyczące wstrząsów uzyskano z kopalnianej stacji geofizyki i zawierały one dla ściany 534 - 1290 wstrząsów, a dla ściany 535 - 1381 wstrząsów.

Obliczenia realizowano przy przyjęciu odchylenia standardowego +/- 30 m. Wykonano wykresy rozkładów ilości i energii wstrząsów dla kilku wybranych przedziałów czasowych obejmujących zgodnie z założeniami eksploatację w tzw. "czystym polu".

Ściana 534

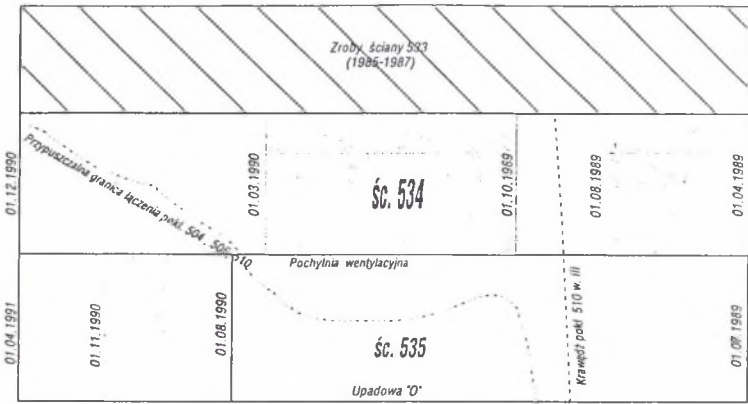
- 1989.04.01 do 1989.08.01 (55 wstrząsów - "czyste pole") - wykres obejmujący czasokres od rozruchu ściany do krawędzi pokładu 510. Krzywa rozkładu sumy energii wstrząsów osiąga maksimum w odległości 15 m przed frontem ściany, $E_{max}=0.10 [J/m^3]$, maksimum liczebności osiąga wartość $N_{max}=0.43 \times 10^{-4} [1/m^3]$ w odległości 25 m przed frontem ściany (rys. 2),
- 1989.10.01 do 1990.03.01 (645 wstrząsów - "czyste pole") - wykres obejmujący czasokres od momentu przejścia poza krawędź pokł. 504 do zbliżenia się do granicy połączenia pokładów. Krzywe rozkładu osiągają swe maksima w odległości 5 m przed frontem ściany, wartość $E_{max}=2.66 [J/m^3]$. Wartość maksymalna krzywej rozkładu liczby wstrząsów osiąga wartość $N_{max}=6.00 \times 10^{-4} [1/m^3]$ (rys. 3).

Tabela 1

Parametry techniczno-organizacyjne i górnictwo-geologiczne - śc. 534 i 535

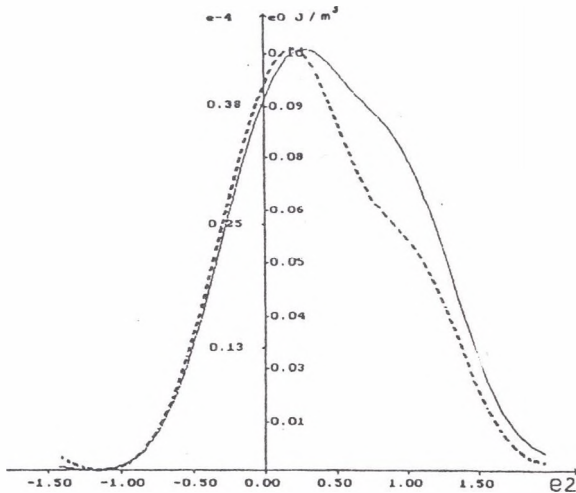
KWK "Katowice"

Lp.	Wskaźnik	Jedn.	Śc. 534/510	Śc.535/510
1	głębokość eksploatacji	m	700-780	700-780
2	kąt upadu pokładu	o	6-10	4-10
3	miąższość pokładu	m	9.0 - 10.0	9.0-10.0
4	warstwa	-	I	I
5	wysokość ściany	m	2.5 do 3.0 m	2.5 do 3.0 m
6	długość ściany	m	150-180	170-190
7	wybieg	m	650	720
8	odmiana	-	poprzeczna	poprzeczna
9	sposób kierowania stropem	-	podszadzka	podszadzka
10	krok podszadzania	m	2.4/4.8	2.4/3.6
11	maksymalne otwarcie	m	8.8/10.0	8.8/10.0
12	zabiór	m	0.63/1.2	0.63/1.2
13	ilość cykli na dobę	-	3/2	3/2
14	wydobycie z jednego cyklu	t	300	300
15	postęp	m/d	do 2.0	do 2.0
16	planowane wydobycie	t/d	1500	1500
17	typ przenośnika	-	Rybnik 80/Poltrak II	Rybnik 80/Poltrak II
18	urabianie	-	kombajn/MW	kombajn/MW
19	typ kombajnu	-	KGS - 320	KGS-320-2B
20	rodzaj obudowy	-	Fazos 12/28 Oz	Fazos 21/31 Op, Fazos 19/37 Pp
21	zagrożenie metanowe	kat.	II	II
22	zagrożenie pyłowe	klasa	B	B
23	zagrożenie wodne	stopień	I	II
24	zagrożenie tąpnięciami	stopień	I i III	I i III
25	skłonność do samozapalenia	grupa	IV	IV



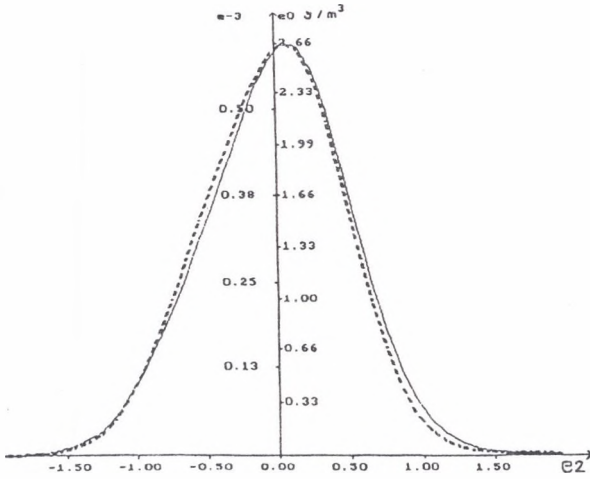
Rys.1. Orientacyjna mapa sytuacji górnictwo-geologicznej w rejonie ścian 534 i 535 KWK "Katowice", pokład 510

Fig.1. Orientation map of mining and geological situation in region of the longwalls 534 and 535 The "Katowice" Coal-Mine, 510 seam



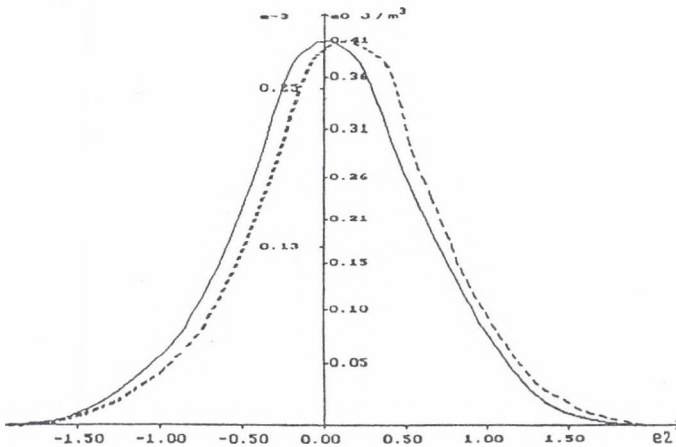
Rys.2. Wykres rozkładu liczby (linia ciągła) i energii wstrząsów (linia przerywana) dla ściany 534 z podsadzką hydrauliczną pokładu 510 (1989.04.01-1989.08.01)

Fig.2. Distributions of number tremors (solid line) and of energy tremors (dashed line) for longwall 534 with hydraulic stowing from 510 seam (1989.04.01-1989.08.01)



Rys.3. Wykres rozkładu liczby (linia ciągła) i energii wstrząsów (linia przerywana) dla ściany 534 z podsadzką hydrauliczną pokładu 510 (1989.10.01-1990.03.01)

Fig.3. Distributions of number tremors (solid line) and of energy tremors (dashed line) for longwall 534 with hydraulic stowing from 510 seam (1989.10.01-1990.03.01)



Rys.4. Wykres rozkładu liczby (linia ciągła) i energii wstrząsów (linia przerywana) dla ściany 535 z podsadzką hydrauliczną pokładu 510 (1990.08.01-1990.11.01)

Fig.4. Distributions of number tremors (solid line) and of energy tremors (dashed line) for longwall 535 with hydraulic stowing from 510 seam (1990.08.01-1990.11.01)

Ściana 535

- 1990.08.01 do 1990.11.01 (163 wstrząsy - "czyste pole"). Rozkład energii wstrząsów osiąga maksimum na wybiegu w odległości 15 m przed frontem ściany. Wartość $E_{max}=0.41 [J/m^3]$. Maksymalna liczba wstrząsów występuje także przed frontem ściany w odległości 5 m i przyjmuje wartość $N_{max}=2.96 \times 10^{-4} [1/m^3]$ (rys.4).

5. Analiza wyników

Na podstawie krzywych rozkładu liczby i sumy energii wstrząsów do czoła ściany można stwierdzić, że maksima sumy wyzwolonej energii sejsmicznej oraz liczby wstrząsów koncentrują się przed lub wzdłuż czoła ściany podsadzkowej. Maksima krzywych rozkładów energii w rejonach eksploatacji w "czystym polu" występują w odległościach 5 - 15 m przed czołem ściany. Krzywe liczebnościowe w okresie eksploatacji w tzw. "czystym polu" osiągają maksima w odległościach 5-25 m przed czołem ściany.

Sytuację tę można tłumaczyć dociążeniem ociosu, a w związku z tym występowaniem wyraźnego maksimum naprężeń ściskających blisko czoła ściany [15].

Należy tu zwrócić uwagę na badania przeprowadzone w kopalni "Wujek", świadczące o tym, że w przypadku ścian podsadzkowych energia wstrząsu nie musi być bardzo duża, by spowodowała wystąpienie tąpnięcia, a górotwór w rejonach eksploatacji podsadzkowej wykazuje bardzo dużą koncentrację naprężeń. Ok. 90 % strzelań wstrząsowo - odprężających spowodowało wystąpienie odprężenia [13].

Zgodnie z innymi publikowanymi pracami, które analizowały rozkłady energetyczno-częstotliwościowe ścian zawałowych, można skłonić się w kierunku stwierdzenia, że mimo większej ilości energii uwalnianej w ścianach zawałowych nie świadczy to o stanie zagrożenia tąpnięciami; istotne są tu miejsca występowania maksimów energii wstrząsów. W przypadku zawału są one znacznie regularniej rozłożone, a maksima główne występują raczej w zrobach, wartości maksymalnych naprężeń są znacznie odsunięte od ociosu, a zgodnie z teorią Gila zawał powoduje odciążenie ociosu.

W sytuacji przedstawionych analiz oraz przeglądu innych prac z tego zakresu raczej trudno zgodzić się ze stwierdzeniem, że nie ma związku pomiędzy zastosowanym systemem eksploatacji a stanem zagrożenia tąpnięciami. Niestety, nie opracowano takiego systemu eksploatacji z podsadzką, który pozwalałby na ograniczenie ilości przebywających w wyrobiskach ludzi do ilości, jaka pracuje przy eksploatacji zawałowej.

6. Wnioski końcowe

Przeprowadzone analizy rozkładu energii i liczby wstrząsów w KWK "Katowice" pozwalają na przedstawienie następujących wniosków:

- w przypadku analizowanych ścian podsadzkowych maksima krzywych rozkładu liczby i energii wstrząsów występują bezpośrednio w sąsiedztwie czoła ściany lub przed frontem ściany w odległościach od ok. 5-25 m i mają podobny przebieg,
- krzywe rozkładu gęstości energii i ilości wstrząsów w analizowanych ścianach posiadają jedno maksimum,
- zdecydowanie większa część energii przypada na wybieg ścian,
- podczas eksploatacji w obszarach, w których występują zaburzenia oraz skomplikowane warunki górnicze, maksima przesuwają się w stronę czoła ściany do odległości 5 m przed frontem ścian.

LITERATURA

1. Drzęźła B., Garus A., Kaczmarczyk A., Major A., Gerlach Z.: Próba ujęcia ilościowych zależności pomiędzy stanem naprężeń a aktywnością sejsmiczną górotworu. ZN AGH s. Górnictwo z. 129, Kraków 1987.
2. Drzęźła B., Białek J., Jaworski A., Bańka P., Słapa W.: Analiza przestrzennych rozkładów wstrząsów górniczych w rejonie wyrobisk ścianowych prowadzonych z podsadzką hydrauliczną. ZN Pol. Śl., s. Górnictwo, z. 188, Gliwice 1990.
3. Dubiński J.: Związki przyczynowe wstrząsów i tąpnięć. Przegląd Górniczy Nr 2 1994.
4. Filipek M., Syrek B.: Przydatność rozkładów energii sejsmicznej wokół czoła ściany zawałowej dla oceny jej zagrożenia tąpnięciami. Przegląd Górniczy Nr 4, 1988.
5. Filipek M., Syrek B.: Zależność energetycznych rozkładów aktywności sejsmicznej od stanu zagrożenia tąpnięciami dla ściany zawałowej w warunkach kopalni "Wujek". ZN AGH s. Górnictwo z. 129, Kraków 1987.
6. Gerlach Z., Wyrobek E.: Ocena zagrożenia tąpnięciami na podstawie przestrzennego rozkładu wstrząsów górotworu. Materiały I Międzynarodowej Konferencji "Eksploatacja złóż w warunkach zagrożeń naturalnych" AGH, Kraków 1991.
7. Goszcz A.: Wpływ niektórych czynników technologicznych na stan zagrożenia wstrząsami górniczymi i tąpnięciami. Publs. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc. M-10 (213), 1988.

8. Goszcz A.: Wpływ systemu kierowania stropem na zagrożenia tapaniami w kopalniach węgla. Przegląd Górniczy Nr 7, 1991.
9. Konopko W.: Kryteria oceny stanu zagrożenia tapaniami wyrobisk górniczych. Symposium Naukowo-Techniczne "Tapania 94" Rozwiązania inżynierskie w problematyce tapani. Ustroń, 23-25 listopada 1994. GIG, 1994.
10. Konopko W.: Uwagi o projektowaniu eksploatacji pokładów tąpniących. Przegląd Górniczy Nr 2 1994.
11. Konopko W., Myszkowski J., Patyńska R.: Sposób kierowania stropem a zagrożenia naturalne. Przegląd Górniczy Nr 7-8, 1993.
12. Konopko W., Patyńska R., Makówka J.: Postęp, długość i wysokość ścian a zagrożenie tapaniami. Prace naukowe GIG Nr 809, Katowice 1995.
13. Mitrega P., Syrek B.: Zależność energii sejsmicznej wyzwolonej w trakcie strzelań wstrząsowo-odprężających od ilości zużytego materiału wybuchowego. Przegląd Górniczy Nr 2, 1987.
14. Sokoła - Szewiła V.: Rozkłady energii i ilości wstrząsów w wybranych scianach KWK "Centrum". ZN Pol. Śl. s. Górnictwo, z.225, Gliwice 1995.
15. Syrek B., Kijko A.: Energetyczno-częstotliwościowe rozkłady aktywności sejsmicznej dla zagrożonych tapaniami wyrobisk ścianowych. Przegląd Górniczy Nr 11-12, 1985.
16. Syrek B., Graca L.: Teoretyczne rozkłady naprężeń w sąsiedztwie czynnych wyrobisk ścianowych w warunkach kopalni "Wujek" oraz ich porównanie z obserwowanymi rozkładami ilości i energii wstrząsów. Publ. Inst. Geophys. Acad. Sc. M-8 (191) 1986.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Władysław Konopko

Wpłynęło do Redakcji 8.08.1996 r.

Abstract

The results of seismic activity analysis carried over in choosen longwalls with hydraulic stowing of The "Katowice" Coal-Mine are described in this article. The longwalls were selected so, that they were exploited in not complicated mining-geological conditions (Fig.1). The results of the carried out analyses are presented in form of energy and tremors quantity distribution diagrams. It was confirmed, that the highest seismic activity occurs close by the

longwallfaces. The energy and tremors quantity distribution curves are similar in shape and they have only one maximum. The statement of techno-organizational and mining-geological factors is presented in table 1. The distribution curves of longwall 534/510 are showed in Fig.2 and Fig. 3. The distribution curves of longwall 535/510 is presented in Fig.4.