Seria: GÓRNICTWO z. 232

Nr kol. 1354

Violetta SOKOŁA - SZEWIOŁA

## AKTYWNOŚĆ SEJSMICZNA W WYBRANYCH ŚCIANACH KWK "BOBREK"

Streszczenie. Przedstawiono wyniki dokonanej analizy aktywności sejsmicznej w wybranych ścianach zawałowych KWK "Bobrek". Określono rejony o największym zagrożeniu tąpaniami przy założeniu ich zgodności z miejscami występowania maksimów wykonanych rozkładów energetyczno-liczebnościowych wstrząsów. Krzywe rozkładów posiadają generalnie dwa maksima energetyczno-liczebnościowe, oba w znacznej odległości od czoła ścian. Maksima główne występują w zrobach, a maksima lokalne przed frontem ścian.

# THE SEISMIC ACTIVITY IN CHOOSEN LONGWALLS OF THE "BOBREK" COAL- MINE

**Summary.** The results of seismic activity analysis in choosen longwalls with caving of the "Bobrek" Coal-Mine are presented in this article. Regions with the highest rock burst hazard were defined, by founding their identity with the maximum points of the energy and tremors quantity distributions. It was confirmed, that there are generally two maximums of the energy and tremors quantity distributions in the analysed longwalls. Both of them occur in considerable distance from the longwallface. The main maximum occur in the abandoned workings and the peak in front of the longwalls.

## 1. Wprowadzenie

Zjawisko tąpań stanowiące jedno z największych zagrożeń w polskim górnictwie węglowym stanowi temat licznych opracowań. Przyczynami powstawania tąpań i wstrząsów mogą być czynniki naturalne i górnicze. Wśród przyczyn górniczych nie rozwiązany pozostaje problem wpływu na stan zagrożenia tąpaniami przyjętego sposobu kierowania stropem. Bardzo ważnym elementem w wyznaczaniu tego stanu są rozkłady położenia ognisk wstrząsów oraz aktywność sejsmiczna górotworu. Ilość energii uwalnianej podczas eksploatacji w ścianie zawałowej jest wielokrotnie większa niż w przypadku eksploatacji w ścianie z podsadzką

hydrauliczną (A. Goszcz [6,8], W. Konopko i inni [11]). Zakładając, że stan zagrożenia tapaniami jest największy w miejscach występowania maksimów krzywych rozkładu energii i liczby wstrząsów, rozkłady te mogą stanowić metodę badawczą pozwalającą na określenie wpływu sposobu kierowania stropem na stan zagrożenia tąpaniami. Zagadnieniem tym zajmowali się m.in. B. Drzęźla, J. Białek, A. Jaworski, P. Bańka [2], M. Filipek, B. Syrek [3, 4], Z. Gerlach, E. Wyrobek [5], B. Syrek, A. Kijko, A. Barański, W. Kociela, L. Graca [14, 15, 16, 17].

Przestrzenne rozkłady wstrząsów górniczych zaprezentowane w publikowanych pracach wskazują na występowanie maksimów aktywności w ścianach z podsadzką hydrauliczną w pobliżu czoła ściany lub przed jej frontem. Otrzymywane rozkłady aktywności sejsmicznej w ścianach zawałowych posiadają kilka maksimów [3, 4], przy czym maksimum bezwględne występuje w odległości 30-50 m za czołem ściany, a maksima lokalne występują na wybiegu w odległości 20-40 m i w odległości 70-80 m od czoła. Sumaryczna energia wydzielona w zrobach jest znacznie większa od energii wydzielonej na wybiegu. Wyniki analiz przeprowadzonych dla ścian zawałowych KWK "Wujek" wykazują występowanie kilku maksimów energetycznych. Jedno wyraźne występuje w zrobach, dwa pozostałe na wybiegu ściany. Krzywa liczebności nie posiada wyraźnego maksimum [14, 17].

Stan zagrożenia tąpaniami określony za pomocą rozkładu przestrzennego wstrząsów górniczych może stanowić podstawę wyboru odpowiedniego, w celu zmniejszenia zagrożenia tąpaniami, sposobu kierowania stropem. Przedstawiona w niniejszym artykule analiza aktywności sejsmicznej w wybranych ścianach zawałowych KWK "Bobrek" stanowi dodatkowy etap w poszukiwaniu odpowiedzi na pytanie, który ze sposobów kierowania stropem w przypadku zagrożenia tąpaniami jest korzystniejszy. Ściany dobrano tak, by były prowadzone w mało skomplikowanych warunkach górniczo-geologicznych, a wyniki poddano standaryzacji.

#### 2. Ogólna charakterystyka warunków górniczo-geologicznych

Ściany poddane analizie zalegają w partii wschodniej na głębokości ok.780-860 m w pokładzie 507, kąt upadu pokładu wynosi około 4°. Miąższość pokładu waha się w granicach 4.0-4.4 m. Eksploatacja odbywała się w sąsiedztwie zrobów zawałowych (1975 r.) graniczących z analizowanymi ścianami od wschodu. Na pozostałym obszarze nie prowadzono robót górniczych. Wybierano w polu zaburzonym tylko w początkowym biegu ścian krótkimi

uskokami o zrzutach 0.4-2.85 m. Rejon eksploatacji pozostawał pod wpływem krawędzi pokładu 501 zalegającego w odległości 105-130 m nad pokładem 507. W analizowanym rejonie w stropie pokładu zalegają: 0.0-1.6 m - łupek ilasty, 1.4-3.0 m - łupek piaszczysty, 0.0-1.6 m - piaskowiec, 1.8-3.0 m - łupek ilasty, 0.1-2.0 m - łupek piaszczysty, 7.4-9.4 m - piaskowiec, 1.9-2.9 m - łupek piaszczysty, 1.0-1.15 m - węgiel pokł. 506, 38.0-47.0 m - łupek piaszczysty i piaskowiec. W spągu pokładu zalegają: 0.50 m - łupek ilasty, 5.30 m - łupek piaszczysty.

Pokład w rejonie analizowanych ścian zaliczany jest do III stopnia zagrożenia tąpaniami. Wyeksploatowany został na całą grubość ok. 3-3.5 m z pozostawieniem półki węglowej grubości ok. 0.7 m w stropie. Stosowana profilaktyka przeciwtąpaniowa: wiercenia małośrednicowe, obserwacje mikrosejsmologiczne, obserwacje sejsmoakustyczne. Wyznaczono strefy szczególnego zagrożenia tąpaniami. Stosowano strzelania odprężające oraz nawadnianie.

#### 3. Opis metody badawczej

Aktywność sejsmiczną kolejnych ścian określono na podstawie krzywych rozkładu gęstości sumy energii i ilości wstrząsów w linii prostopadłej do czoła kolejnych ścian, sporządzonych w oparciu o dane dotyczące wstrząsów, uzyskane z kopalnianej stacji geofizyki. Dane dotyczące eksploatacji uzyskano z map pokładowych wyrobisk górniczych w skali 1:2000 z naniesionymi postępami dekadowymi. Wykresy sporządzono dla okresów eksploatacji w tzw. "czystym polu".

Analizie poddano tylko te wstrząsy, które wystąpiły nie dalej niż 200 m za frontami i 200 m przed frontami ścian oraz nie dalej niż po 10 m "na boki" od granic pola eksploatacyjnego. Front ścianowy przyjęto za początek przesuwającego się układu współrzędnych. Nie uwzględniono głębokości analizowanych wstrząsów przyjmując, że średnia głębokość eksploatacji odpowiada głębokości wstrząsów. Wstrząsy sumowano w 10 m interwałach. Odchylenie standardowe ze względu na błąd lokalizacji wstrząsu w okresie badanym przyjęto o wartości 50 m. Dla każdego wstrząsu obliczano odległość miejsca lokalizacji wstrząsu od aktualnego położenia frontu ściany oraz energię sejsmiczną zależną od odległości od czoła ściany. Celem standaryzacji wyników obliczeń uwzględniono wpływ wysokości ściany, wybiegu oraz długości ściany na liczbę oraz sumaryczną energię zjawisk sejsmicznych zarejestrowanych w analizowanych okresach.

Obliczono: gęstość energii wstrząsów [J/m<sup>3</sup>], gęstość liczby wstrząsów [1/m<sup>3</sup>].

Maksymalną gęstość energii oznaczono Emax, maksymalną gęstość liczby wstrząsów oznaczono Nmax.

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

Tabela 1

Parametry techniczno-organizacyjne i górniczo-geologiczne ścian 1 i 2 KWK "Bobrek"

Lp.	Wskaźnik	Jedn.	Ściana 1/507	Ściana 2/507
1	glębokość eksploatacji	m	780 - 860	780 - 860
2	kąt upadu pokładu	0	4	4
3	miąższość pokładu	m	4.0 - 4.4	4.0 - 4.4
4	warstwa	-	-	-
5	wysokość ściany	m	3.5	3.5
6	długość ściany	m	200	200
7	wybieg	m	980	950
8	sposób kierowania stropem	-	zawał - poprzeczna	zawał - poprzeczna
9	maksymalne otwarcie	m	5.65	5.65
10	zabiór	m	0.6	0.6
11	ilość cykli na dobę	-	3-5	3-5
12	wydobycie z jednego cyklu	t	500	500
13	postęp	m/d	1.8 - 2.4	1.8 - 2.4
14	planowane wydobycie	t/d	1500 -2700	1500 - 2700
15	typ przenośnika	-	Rybnik 73/2	Rybnik 73/2
16	typ kombajnu	-	KWB - 3R DU	KWB - 3R DU
17	rodzaj obudowy	-	Pioma 25/45	Pioma 25/45
18	zagrożenie metanowe	kat.	Ι	I
19	zagrożenie pyłowe	klasa	В	В
20	zagrożenie wodne	stopień	Ι	Ι
21	zagrożenie tąpaniami	stopień	III	III
22	skłonność do samozapalenia	stopień	IX	H



- Rys. 1. Wykres rozkładu liczby (linia ciągła) i energii wstrząsów (linia przerywana) dla ściany 1 z zawałem stropu pokładu 507
- Fig. 1. Distributions of number tremors (solid line) and of energy tremors (dashed line) for longwall with fall of rock from 507 seam



- Rys.2. Wykres rozkładu liczby (linia ciągła) i energii wstrząsów (linia przerywana) dla ściany 2 z zawałem stropu pokładu 507
- Fig.2. Distributions of number tremors (solid line) and of energy tremors (dashed line) for longwall 2 with fall of rock from 507 seam

## 4. Analiza aktywności sejsmicznej ścian

Dane dotyczące wstrząsów zaistniałych w rejonie analizowanych ścian uzyskane z kopalnianej stacji geofizyki zawierały: dla ściany 1 - 395 wstrząsów, a dla ściany 2 - 830 wstrząsów.

## Ściana 1/507

- 1981.08.01 1981.11.01 (27 wstrząsów "czyste pole") maksimum energetyczne występuje w zrobach w odległości 85 m od frontu ściany, Emax= 1.84 [J/m<sup>3</sup>]. Maksimum liczebności występuje w zrobach ściany w odległości 35 m od frontu ściany i wynosi Nmax = 0.08 x 10<sup>4</sup>[1/m<sup>3</sup>]. Maksimum lokalne w odległości 80 90 m przed frontem ściany (rys.1).
  Ściana 2/507
- 1981.11.01 1982.06.01 (195 wstrząsów "czyste pole") maksimum energii występuje w zrobach w odległości 135 m od frontu ściany, Emax= 2.39 [J/m<sup>3</sup>]. Maksimum liczebności występuje w zrobach w odległości 115 m od frontu ściany i wynosi Nmax=0.10x10<sup>-4</sup>[1/m<sup>3</sup>]. Maksimum lokalne wystąpiło w odległości 140 170 m przed frontem ściany (rys.2).

## 5. Podsumowanie

W analizowanych ścianach zawałowych występują generalnie dwa maksima aktywności sejsmicznej. Maksima główne energii oraz liczby wstrząsów występują w zrobach ścian, a maksima lokalne na wybiegu przed frontem ścian. Aktywność sejsmiczna pojawiła się po uzyskaniu przez ścianę 1/507 wybiegu 500 m, co pokryło się w czasie z momentem rozpoczęcia eksploatacji w ścianie 2/507. Odcinki ściany, w których prowadzono eksploatację w tzw. "czystym polu", posiadają maksima energii wstrząsów w zrobach w odległościach 85 do 135 m od czoła ściany. Maksima liczebnościowe występują w odległościach 35 - 115 m za frontem ściany.

W ścianie 1/507 występują dwa maksima: maksimum główne energetyczne w odległości 85 za czołem ściany. Maksimum lokalne występuje przed frontem ściany w odległości 80-90 m.

W ścianie 2/507 występują także dwa maksima. Maksima główne krzywych w odległości 115-135 m za frontem ściany, maksimum lokalne w odległości 140-170 m przed frontem ściany. W przypadku ściany 2/507 można zauważyć porzesunięcie maksimum głównego w kierunku zrobów z jednocześnie zanotowaną niską aktywnością sejsmiczną w czole ściany.

## Aktywność sejsmiczna w wybranych ścianach ...

Przedstawione tu wyniki pozwalają na sformułowanie następujących wniosków dotyczących aktywności sejsmicznej przedstawionych w artykule ścian zawałowych:

- krzywe rozkładu sumy energii i liczby wstrząsów posiadają najczęściej dwa maksima, jedno na wybiegu, drugie w zrobach. Generalnie maksimum główne występuje w zrobach, a maksimum lokalne na wybiegu, oba w znacznej odległości od czoła ściany,
- podczas eksploatacji równocześnie dwoma ścianami maksimum główne przesuwa się w kierunku zrobów,

 maksima energetyczne główne w analizowanych ścianach występują w odległości 85-135 m od frontu ściany w zrobach, maksima lokalne w odległościach 80-170 m przed frontem ściany.

Występowanie maksimów krzywych rozkładu świadczy o znacznym oddaleniu od frontu ściany, w związku z czym podstawowe zadanie stworzenia bezpiecznych warunków pracy dla załogi zostałoby zrealizowane. Czoło ściany wykazuje niską aktywność sejsmiczną. Oczywiście przedstawione tu okresy są okresami eksploatacji "w czystym polu", w związku z czym w przypadku istnienia zaburzeń geologiczno - górniczych w rejonach tych aktywność sejsmicznej zaprezentowano w pracy [14].

## LITERATURA

- Drzęźla 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.
- Drzęźla 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.
- Filipek M., Syrek B.: Przydatność rozkładów energii sejsmicznej wokół czoła ściany zawałowej dla oceny jej zagrożenia tąpaniami. Przegląd Górniczy Nr 4, 1988.
- Filipek M., Syrek B.: Zależność energetycznych rozkładów aktywności sejsmicznej od stanu zagrożenia tąpaniami dla ściany zawałowej w warunkach kopalni "Wujek". ZN AGH s. Górnictwo z. 129, Kraków 1987.

- Gerlach Z., Wyrobek E.: Ocena zagrożenia tąpaniami na podstawie przestrzennego rozkładu wstrząsów górotworu. Materiały I Międzynarodowej Konferencji "Eksploatacja złóż w warunkach zagrożeń naturalnych" AGH, Kraków 1991.
- Goszcz A.: Wpływ niektórych czynników technologicznych na stan zagrożenia wstrząsami górniczymi i tąpaniami. Publs. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc. M-10 (213), 1988.
- Goszcz A.: Zagrożenie powierzchni ze strony wstrząsów górniczych i możliwości jego prognozowania. Przegląd Górniczy Nr 4, 1991.
- Goszcz A.: Wpływ systemu kierowania stropem na zagrożenia tąpaniami w kopalniach węgla. Przegląd Górniczy Nr 7, 1991.
- Konopko W.: Kryteria oceny stanu zagrożenia tąpaniami wyrobisk górniczych. Sympozjum Naukowo-Techniczne "Tąpania 94": Rozwiązania inżynierskie w problematyce tąpań. Ustroń, 23-25 listopada 1994. GIG, 1994.
- Konopko W.: Uwagi o projektowaniu eksploatacji pokładów tąpiących. Przegląd Górniczy Nr 2 1994.
- Konopko W., Myszkowski J., Patyńska R.: Sposób kierowania stropem a zagrożenia naturalne. Przegląd Górniczy Nr 7-8, 1993.
- Konopko W., Patyńska R., Makówka J.: Postęp, długość i wysokość ścian a zagrożenie tąpaniami. Prace naukowe GIG Nr 809, Katowice 1995.
- Sokoła Szewioła V.: Rozkłady energii i ilości wstrząsów w wybranych scianach KWK "Centrum". ZN Pol. Śl. s. Górnictwo, z.225, Gliwice 1995.
- Syrek B., Kijko A.: Energetyczno-częstotliwościowe rozkłady aktywności sejsmicznej dla zagrożonych tąpaniami wyrobisk ścianowych. Przegląd Górniczy Nr 11-12, 1985.
- Syrek B.: Rozkład ognisk wstrząsów górotworu wokół postępującego wyrobiska górniczego. Praca doktorska 1985. IG PAN, Warszawa.
- Syrek B., Barański A., Kociela W.: Analiza zmian aktywności sejsmicznej w odniesieniu do sytuacji górniczo-geologicznej wybranych ścian zawałowych w KWK "Wujek". Publs. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc. M-8 (191), 1986.
- 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. Publs. 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 in choosen longwalls with caving exploited in bed 507 of The "Bobrek" Coal-Mine in not complicated mining-geological conditions are presented in this article. The statement of techno-organizational and mining-geological factors is presented in table 1. The seismic activity is shown with the aid of distribution curves of energy and tremors quantity sum. The curves have generally got two maximums. The main maximums occur in the abandoned workings, while the peaks occur in front of the longwallfaces. All of them occur in considerable distance from the longwallfaces. The seismic activity in the longwallfaces is low. The distribution curves of the longwall 1/507 is shown in Fig. 1 and of the longwall 2/507 in Fig. 2.