

Jarosław BRODNY
Politechnika Śląska, Gliwice

TĄPIANIA GÓRNICZE JAKO PODSTAWOWE ZAGROŻENIE W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO W POLSCE

Streszczenie. Tąpienia to jedno z głównych zagrożeń w górnictwie węglowym w Polsce. Tąpienia są podstawowym źródłem wystąpienia obciążenia dynamicznego. Skutki ich występowania bywają bardzo tragiczne. Szczególnie narażona na ich działanie jest obudowa górnicza. W artykule została przedstawiona analiza mechanizmu tąpnięcia oraz warunków koniecznych do jego wystąpienia. W pracy przedstawione zostały także dane skutków tąpań na przestrzeni ostatnich 24 lat. Analiza tych danych jednoznacznie wskazuje jak istotnym problemem są tąpnięcia. We wstępie przedstawiona została także aktualna wykładnia prawna odnośnie do zjawisk dynamicznych zachodzących w górotworze.

ROCK BURSTS AS A FUNDAMENTAL HAZARD IN COAL MINING IN POLAND

Summary. Rock bursts are one of the fundamental hazards in Polish mining. They are the main source of dynamic load occurrence. Their consequences are usually very tragic. A mining support is the most exposed to risk. The article presents the analysis of the mechanism of rock bursts and the conditions they occur under. It presents also the data connected with the consequences of bursts from the last 24 years. Its analysis indicates how important a problem the rock bursts are. In the introduction there is also a current law explanation related to dynamic phenomena that take place in a rock mass.

1. Wprowadzenie

Systematyczne schodzenie z eksploatacją górnictwem w coraz niższe pokłady, duża intensywność eksploatacji oraz wybieranie pokładów zalegających w skomplikowanych warunkach górnictwo-geologicznych powodują narastanie różnego typu zagrożeń, których

konsekwencją jest występowanie w coraz szerszym zakresie zjawisk dynamicznych. Z punktu widzenia obudowy dominującym zagrożeniem są tąpnięcia. Eksploatacja górnictwa powoduje naruszenie równowagi w górotworze, co w konsekwencji może prowadzić do powstawania tępnięć jako wyniku przyjmowania przez górotwór nowych warunków równowagi. Przyczyny, charakter i natężenie tępnięcia zależą od wielu czynników (geologicznych, eksploatacyjnych, stosowanych środków ochronnych), jednak decydującym czynnikiem jest głębokość eksploatacji.

W Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 czerwca 2002 roku w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (DzU Nr 94) zdefiniowane zostały trzy tożsame zjawiska dynamiczne zachodzące w górotworze a mianowicie: wstrząs, odprężenie i tępnięcie. Podziału tego dokonano, przyjmując jako kryterium skutki, jakie wywołują te zjawiska.

Tępnięcie – oznacza zjawisko dynamiczne spowodowane wstrząsem górotworu, w wyniku którego wyrobisko lub jego odcinek uległo gwałtownemu zniszczeniu lub uszkodzeniu, w następstwie czego nastąpiła całkowita lub częściowa utrata jego funkcjonalności lub pogorszenie bezpieczeństwa jego użytkowania.

Wstrząs górotworu – oznacza wyładowanie energii nagromadzonej w górotworze, objawiające się drganiami górotworu i zjawiskami akustycznymi, niepowodujące pogorszenia funkcjonalności wyrobisk i bezpieczeństwa ich użytkowania.

Odprężenie w wyrobisku – oznacza zjawisko dynamiczne spowodowane wstrząsem górotworu, w wyniku którego wyrobisko lub jego odcinek uległo uszkodzeniu, niepowodującemu jednak utraty jego funkcjonalności lub pogorszenia bezpieczeństwa jego użytkowania.

Zagrożenie tępnięciami – oznacza możliwość wystąpienia tępnięcia w rezultacie niekorzystnych warunków geologiczno-górnictwowych w wyrobisku lub jego otoczeniu.

Skłonność górotworu do tępnięć – oznacza zdolność do kumulowania energii w górotworze lub skalach i nagłego jej wyzwolenia w momencie zmiany lub zniszczenia ich struktury.

Odprężenie partii złoża (pokładu) – oznacza dokonanie takich zabiegów technicznych w tej partii złoża (pokładu) lub w jego sąsiedztwie, w szczególności eksploatację pokładów sąsiednich lub wykonanie strzelań powodujących destrukcję górotworu, których skutkiem jest pozbawienie tej partii złoża (pokładu) zdolności do kumulowania energii lub obniżenie tej zdolności.

Przy tak sformułowanych definicjach możemy stwierdzić, że zarówno tąpnięcie, jak i odprężenie są pochodnymi wstrząsu górotworu. Są to szczególne przypadki wstrząsu wywołujące określone skutki w wyrobisku.

Rozporządzenie to ustala także trzy stopnie zagrożenia tapaniami w podziemnych zakładach górnictwa wydobywających węgiel kamienny.

Do pierwszego stopnia zagrożenia tapaniami zalicza się pokłady lub ich części zalegające w górotworze skłonnym do tapani, w których:

- dokonano odprężenia,
- po odprężeniu tąpnięcia nie występują,
- skuteczność odprężenia powinna być potwierdzona odpowiednimi badaniami.

Do drugiego stopnia zagrożenia tapaniami zalicza się pokłady lub ich części zalegające w górotworze skłonnym do tapani, w których nie dokonano odprężenia przez wybranie pokładu sąsiedniego, ale wyniki badań i opinia rzeczoznawcy uzasadniają takie zaliczenie w związku z występującymi warunkami geologiczno-górnictwymi oraz własnościami geomechanicznymi pokładu i skał otaczających.

Do trzeciego stopnia zagrożenia tapaniami zalicza się pokłady lub ich części zalegające w górotworze skłonnym do tapani, w których nie dokonano odprężenia przez wybranie pokładu sąsiedniego lub wystąpiło tąpnięcie pomimo dokonanego wcześniej odprężenia.

2. Mechanizm powstawania tapani

Problematyka tapani traktowana była przez wielu badaczy w sposób analityczny i doświadczalny oparty na badaniach laboratoryjnych materiału węglowego przy jednokierunkowym obciążeniu. Podczas ściskania (w jednokierunkowym stanie naprężenia) następuje dynamiczny rozpad próbki, który jednak nie jest tąpnięciem. Proces ten można nazwać zniszczeniem lub dynamicznym rozpadem próbki przy jednokierunkowym obciążeniu. W rzeczywistości tapania występują w całej górotworu, co wskazuje na to, że występują w trójkiernym stanie naprężenia.

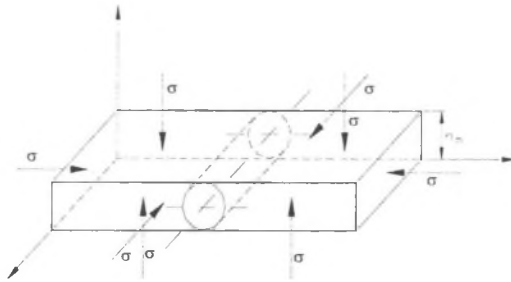
Badania takie zostały przeprowadzone w Instytucie Mechanizacji Górnictwa [1,4]. Po raz pierwszy doprowadzano do tąpnięcia materiału węglowego w warunkach laboratoryjnych. Na podstawie tych badań określony został mechanizm występowania tego zjawiska.

Podstawą wystąpienia tąpnięcia jest osiągnięcie w materiale węglowym dostatecznie wysokich składowych stanu naprężenia, a następnie zmniejszenie jednej z nich. Następuje

wtedy zjawisko wyzwolenia kumulowanej energii. Wyzwolenie to, zwane też wybuchem fizycznym, nazywamy tąpnięciem eksplozyjnym.

Przeprowadzono szereg badań mających na celu określenie różnych czynników wpływających na minimalną wartość składowych stanu naprężenia, przy których dochodzi do tąpnięcia. Jednym z takich czynników jest nośność obudowy.

Na rys. 1 przedstawiony jest model opisujący stan naprężenia i odkształcenia, przy którym dochodzi do tąpnięcia w wyrobisku chodnikowym z obudową [1].



Rys. 1. Model obciążenia pokładu z wyrobiskiem chodnikowym przy tąpnięciu ociosowym
Fig. 1. A model of a seam load with a roadway during a sidewall burst

Wyniki badań jednoznacznie dowiodły, że minimalna wartość składowej pionowej stanu naprężenia w ociosie wyrobiska, przy którym dochodzi do tąpnięcia, waha się w granicach od około 2,5 do około 4 razy R_c [1].

W tabelicy 1 przedstawione zostały wartości naprężeń R_c dla badanych węgli oraz wartości składowej pionowej stanu naprężeń, przy których dochodziło do ich tąpnięcia bez obudowy i z modelem obudowy.

Tablica 1

Wartość R_c badanych węgli, MPa	Wartość naprężenia, przy którym dochodziło do tąpnięcia, MPa	Wartość naprężenia, przy którym dochodziło do tąpnięcia z modelem obudowy, MPa
11,4	51,7	61,0
14,8	46,0	58,0
17,7	48,3	57,2
22,4	44,6	52,0

Uzyskane wyniki jednoznacznie dowodzą, że obudowa powoduje wzrost wartości składowej pionowej stanu naprężenia, przy której dochodzi do tąpnięcia.

3. Tąpania i ich skutki

W tablicy 2 przedstawiony został podział tąpanięd z ostatnich 10 lat z uwzględnieniem miejsca wystąpienia zdarzenia.

Tablica 2

Rok	Liczba tąpanięd	Chodniki z dala od czynnego frontu	Ściany	Chodniki przyścianowe	Ściana wraz z chodnikiem przyścianowym
1997	2	1	-	-	1
1998	5	2	1	2	-
1999	2	-	1	-	1
2000	2	2	-	-	-
2001	4	2	-	2	-
2002	4	-	-	4	-
2003	3	2	-	1	-
2004	3	1	-	-	2
2005	3	-	-	-	3
2006	4	-	-	1	3
2007	3	-	-	3	-

W tablicy 3 zostało przedstawione zestawienie liczby tąpanięd wraz z ich skutkami na przestrzeni od 1990 roku do 2007 roku [2].

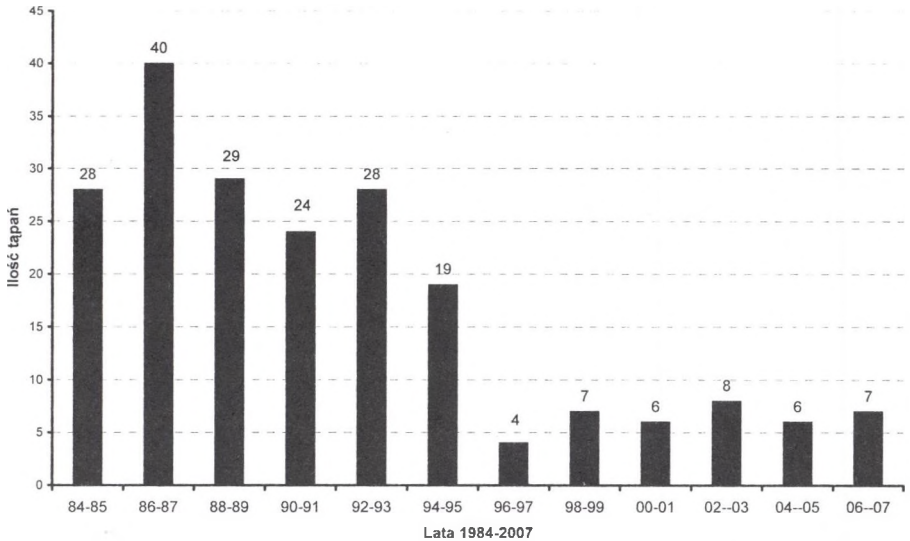
Tablica 3

Rok	Liczba tąpanięd	Liczba ofiar śmiertelnych	Liczba osób poszkodowanych	Długość zawałonych wyrobisk, m	Długość uszkodzonych wyrobisk, m
1984	13	18	42	151	1195
1985	15	8	31	135	258
1986	27	21	75	203	2213
1987	13	7	42	318,5	1010
1988	14	3	44	118	1139
1989	15	7	56	121	1564
1990	16	6	30	102	1472
1991	8	6	16	16	838
1992	10	9	36	23	646
1993	18	9	28	1220	1739
1994	12	4	40	199	903
1995	7	6	34	251	651
1996	2	3	19	140	38
1997	2	0	6	0	169

cd. tablicy 3

1998	5	2	14	0	463
1999	2	1	2	0	199
2000	2	0	0	0	72
2001	4	2	19	0	723
2002	4	3	13	0	540
2003	4	2	16	110	145
2004	3	0	11	0	358
2005	3	1	12	0	270
2006	4	4	20	0	510
2007	3	0	10	0	530

Na rysunku 2, przedstawiającym wykaz tapan w latach 1984-2007 (pogrupowane po dwa lata), widać wyraźnie tendencję malejącą. Jest to efekt coraz większej troski o bezpieczeństwo wykazywanej przy eksploatacji pokładów zagrożonych tapaniami.



Rys. 2. Wykaz liczby tapan w latach 1984-2007 (co dwa lata)
Fig. 2. An amount of rock bursts from 1984 to 2007 (every two years)

4. Wnioski

Tapania w dalszym ciągu należą do jednych z najgroźniejszych zagrożeń w podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny.

Analizując przedstawione dane statystyczne dotyczące ilości wystąpienia zdarzeń oraz ich skutki, możemy stwierdzić, iż w ostatnich latach zdecydowanie uległa zmniejszeniu ich liczba i skutki, szczególnie w przypadku liczby wypadków śmiertelnych. Wpłynęło na to przede wszystkim coraz szersze stosowanie profilaktyki tapaniowej oraz długofalowe projektowanie robót eksploatacyjnych [2]. Szczególne znaczenie mają tutaj tzw. kompleksowe projekty robót eksploatacyjnych stosowane przy eksploatacji pokładów zagrożonych tapaniami. Analizując skutki tąpnięć, należy zauważyć, że zdecydowanie najbardziej narażonymi wyrobiskami są wyrobiska chodnikowe. Obudowa tych wyrobisk niestety nie jest odporna na działanie sił dynamicznych występujących w czasie tąpnięcia. Stosowane obecnie obudowy chodnikowe nie stanowią dostatecznego zabezpieczenia przed skutkami tąpnięć. Analizując przedstawiony mechanizm tapani, należy stwierdzić, że w celu dalszego ograniczenia możliwości wystąpienia tapani konieczne staje się opracowanie skuteczniejszych metod monitorowania zmiany stanu naprężenia w górotworze w pokładach i wyrobiskach zagrożonych możliwością wystąpienia tąpnięcia. Na podstawie uzyskanych wyników badań można także stwierdzić, że wszystkie węgle są tąpniące. Dane te powinny stanowić podstawę do określenia granicznej wartości naprężenia w górotworze, przy którym istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia tąpnięcia.

Analizy teoretyczne, praktyka i doświadczenia eksploatacyjne dowodzą jednoznacznie, że tapania są główną przyczyną powodującą wystąpienie zjawisk dynamicznych w kopalniach węgla kamiennego. Tapania oraz wstrząsy są głównymi przyczynami generującymi obciążenia dynamiczne obudowy.

BIBLIOGRAFIA

1. Brodny J.: Nośność obudowy chodnikowej a intensywność tąpnięcia. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo, zeszyt 1650, Gliwice 2004.
2. Dubiński J., Konopko W.: Tapania. Ocena. Prognoza. Zwalczenie. Wydawnictwo GIG, Katowice 2000.
3. Patyńska R.: Raport roczny o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego. Praca zbiorowa pod kier. W. Konopko. GIG, Katowice 2007.

4. Szuścik W., Zastawny E.: Zjawisko tapania materiału węglowego. Przegląd Górniczy, Nr 11, 1998.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Józef Kabiesz