

Metody oceny stanu zagrożenia
tąpaniami wyrobisk górniczych
w kopalniach węgla kamiennego

Praca zbiorowa pod redakcją Józefa Kabiesza



GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA
Katowice 2010

Spis treści

1. Wprowadzenie (<i>J. Kabiesz</i>).....	13
2. Metody prognozy i oceny stanu zagrożenia łąpaniami (<i>J. Kabiesz</i>).....	15
2.1. Charakterystyka zagrożenia łąpaniami w GZW (<i>J. Drzewiecki</i>)	17
2.2. Struktura prognozy i oceny stanu zagrożenia łąpaniami (<i>J. Kabiesz</i>).....	24
2.3. Prognoza stanu zagrożenia (<i>J. Kabiesz</i>).....	26
2.3.1. Ocena skłonności górotworu do łąpań.....	26
2.3.2. Prognoza wartości parametrów związanych z zagrożeniem łąpaniami	28
2.3.3. Metoda rozeznania górnicego	30
2.4. Ocena stanu zagrożenia (<i>J. Kabiesz</i>).....	32
2.4.1. Metoda sejsmologiczna	32
2.4.1.1. Wspórzędne ogniska wstrząsu	32
2.4.1.2. Energia wstrząsów	33
2.4.1.3. Warunki geologiczno-górnice a poziom sejsmiczności.....	34
2.4.1.4. Zasady oceny stanu zagrożenia	35
2.4.2. Metoda sejsmoakustyczna	36
2.4.3. Metoda wierceń małośrednicowych	37
2.5. Kompleksowa metoda oceny stanu zagrożenia łąpaniami (<i>J. Kabiesz</i>).....	39
2.5.1. Ocena potencjalnego stanu zagrożenia łąpaniami wyrobisk górnicezych	40
2.5.2. Ocena rzeczywistego stanu zagrożenia łąpaniami wyrobisk górnicezych	40
2.5.3. Ocena według metody kompleksowej	41
2.5.4. Zasady stosowania metody kompleksowej.....	42
2.5.5. Zasady postępowania w warunkach zagrożenia określonych za pomocą metody kompleksowej.....	42
3. Uzasadnienie i cel modyfikowania metod prognozy potencjalnego i oceny rzeczywistego stanu zagrożenia łąpaniami (<i>J. Kabiesz</i>)	44
4. Metoda rozeznania górnicego	49
4.1. Wprowadzenie (<i>W. Konopko</i>).....	49
4.1.1. Zagrożenie łąpaniami jako zjawisko i łąpnięcie jako zdarzenie	50
4.2. Istota metody (<i>J. Kabiesz</i>).....	51
4.3. Parametry charakteryzujące górotwór skłonny do łąpań (<i>J. Drzewiecki</i>)	54
4.3.1. Parametry strukturalne górotworu	61
4.3.2. Parametry geometryczne górotworu i eksploatacji.....	68
4.3.3. Parametry mechaniczne pokładu i skał otaczających	71
4.4. Określanie wagi wybranych parametrów oceny SZT za pomocą metody rozeznania górnicego (<i>J. Drzewiecki</i>)	74
4.4.1. Parametry strukturalne.....	75
4.4.2. Parametry geometryczne	86
4.4.3. Parametry mechaniczne, energia wstrząsu	90
4.5. Wprowadzenie nowych czynników kształtujących stan zagrożenia łąpaniami w metodzie rozeznania górnicego (<i>J. Drzewiecki, J. Kabiesz</i>).....	93
4.6. Metody numeryczne oceny potencjalnego stanu zagrożenia łąpaniami (<i>J. Makówka</i>).....	95
4.6.1. Metoda elementów odrębnych i program 3DEC	95

4.6.2.	Przegląd metod analitycznych oceny potencjalnego SZT	101
4.7.	Zasady wykorzystywania wyników metod numerycznych do oceny potencjalnego stanu zagrożenia tąpnięciami (<i>J. Kabiesz, J. Makówka, J. Drzewiecki</i>)	111
5.	Metoda wierceń małośrednicowych (<i>J. Kabiesz</i>)	113
5.1.	Istota metody.....	113
5.2.	Modyfikacja metody wierceń małośrednicowych (<i>J. Kabiesz</i>).....	114
5.2.1.	Warunki geologiczno-górnice występujące w złożach kopalń Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA	115
5.2.2.	Badania parametrów wytrzymałościowych węgla z kopalń Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA (<i>U. Sanetra</i>)	119
5.2.2.1.	Metodyka badań laboratoryjnych.....	119
5.2.2.2.	Analiza wyników badań w trójosiowym stanie obciążenia.....	123
5.2.3.	Numeryczny model otworu wiertniczego w pokładzie węgla (<i>J. Makówka, M. Wesółowski, P. Kołodziejczyk</i>).....	132
5.2.3.1.	Model dwuwymiarowy	132
5.2.3.2.	Model trójwymiarowy.....	135
5.2.4.	Przykładowe wyniki wierceń w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA (<i>J. Kabiesz</i>).....	142
5.2.5.	Modyfikacja sprzętu do wierceń małośrednicowych (<i>J. Kabiesz, G. Merta, J. Drzewiecki</i>).....	146
5.2.6.	Pomiary dołowe momentu obrotowego w procesie wiercenia otworów małośrednicowych (<i>J. Kabiesz, G. Merta</i>)	149
5.2.6.1.	Analiza wyników badań <i>in situ</i>	158
5.2.7.	Zmodyfikowana metoda wierceń małośrednicowych (<i>J. Kabiesz, J. Drzewiecki</i>)	161
6.	Metoda sejsmologii górniczej (<i>G. Mutke</i>)	165
6.1.	Charakterystyka sejsmiczności obszaru Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (<i>G. Mutke, K. Stec</i>).....	166
6.2.	Istota metody sejsmologii górniczej (<i>G. Mutke</i>)	168
6.3.	Zasady prowadzenia obserwacji sejsmologicznych wstrząsów górniczych (<i>G. Mutke, A. Lurka, K. Stec</i>).....	170
6.3.1.	Aparatura sejsmologiczna do pomiarów wstrząsów górniczych (<i>A. Lurka</i>)	172
6.3.2.	Interpretacja zarejestrowanych wstrząsów górniczych (<i>G. Mutke, A. Lurka, K. Stec</i>).....	184
6.3.2.1.	Lokalizacja ognisk wstrząsów (<i>A. Lurka, K. Stec</i>).....	186
6.3.2.2.	Energia sejsmiczna (<i>K. Stec, A. Lurka</i>).....	193
6.3.2.3.	Parametry źródła sejsmicznego (<i>G. Mutke, A. Lurka</i>).....	198
6.3.2.4.	Parametr amplitudy prędkości drgań górotworu PPV (<i>G. Mutke</i>)	204
6.4.	Kryteria oceny zagrożenia sejsmicznego (<i>G. Mutke, A. Lurka, A. Barański</i>)	211
6.4.1.	Opis stanu obecnego (<i>A. Barański, G. Mutke</i>).....	211
6.4.2.	Nowe kryteria oceny zagrożenia sejsmicznego (<i>G. Mutke, A. Lurka</i>)	214
6.4.2.1.	Analiza sejsmiczności w rejonie wyrobisk eksploatacyjnych (<i>G. Mutke</i>).....	215
6.4.2.2.	Sekwencyjna analiza parametrów źródła sejsmicznego (<i>G. Mutke, A. Lurka</i>)	217

6.5.	Ocena stateczności wyrobisk eksploatacyjnych na podstawie analizy drgań górotworu z bliskich odległości hipocentralnych (metoda PPV) (<i>G. Mutke</i>).....	220
6.6.	Ocena skuteczności środków profilaktycznych w oparciu o metodę sejsmologiczną (<i>A. Barański, G. Mutke</i>).....	223
6.7.	Dokumentowanie obserwacji mikrosejsmologicznych (<i>G. Mutke, K. Stec, A. Barański</i>)	225
6.8.	Doraźne metody uzupełniające	231
6.8.1.	Metoda sejsmiczna (<i>J. Dubiński, R. Siata</i>)	231
6.8.1.1.	Ogólna charakterystyka metody	231
6.8.1.2.	Kryteria sejsmiczne oceny stref koncentracji naprężeń w pokładach węgla	237
6.8.1.3.	Kryteria sejsmiczne oceny skuteczności eksploatacji odprężającej (<i>J. Dubiński</i>).....	248
6.8.1.4.	Kryteria sejsmiczne oceny skuteczności aktywnych metod profilaktyki tąpniowej (<i>J. Dubiński</i>).....	251
6.8.1.5.	Ocena skłonności pokładu do tępnię za pomocą metody sejsmicznej (<i>J. Dubiński</i>)	254
6.8.1.6.	Kierunki rozwoju metody sejsmicznej w górnictwie (<i>J. Dubiński</i>).....	256
6.8.2.	Metoda tomografii pasywnej (<i>A. Lurka</i>).....	256
6.8.2.1.	Algorytmy przystosowane do obliczania zadania tomografii pasywnej dla sieci sejsmologicznych stosowanych w górnictwie	257
6.8.2.2.	Metoda rozwiązania tomografii pasywnej z wykorzystaniem algorytmów ewolucyjnych	259
6.8.2.3.	Metoda rozwiązania tomografii pasywnej z krzywoliniowym śledzeniem promieni sejsmicznych i regularyzacją	262
6.8.2.4.	Wyniki obliczeń krzywoliniowej inwersji tomograficznej na wybranym poligonie badawczym.....	264
7.	Sejsmoakustyka i Energetyczna Prognoza Zagrożenia Sejsmicznego EPZ^S	267
7.1.	Wprowadzenie i definicje (<i>J. Kornowski</i>).....	267
7.2.	Opis stanu obecnego sejsmoakustycznej metody oceny stanu zagrożenia tąpniętami (<i>J. Kurzeja</i>).....	272
7.3.	Równoczesna ocena energii AE i współczynnika jej absorpcji (<i>J. Kornowski</i>).....	273
7.3.1.	Pomiar strumienia energii.....	274
7.3.2.	Źródło punktowe w pokładzie i estymacja jego energii.....	277
7.3.3.	Pole emisji i energia emisji	278
7.3.4.	Równoczesna estymacja energii (<i>E</i>) i współczynnika (γ) absorpcji, bez lokalizowania ognisk.....	281
7.4.	Autokorelacja i prognoza	283
7.5.	Aparatura i oprogramowanie (<i>J. Kurzeja</i>).....	290
7.5.1.	Aparatura do pomiarów stacjonarnych	291
7.5.2.	Przenośna aparatura sejsmoakustyczna	292
7.6.	Sejsmologia górnicza i sejsmoakustyka – tworzenie wspólnej bazy (<i>J. Kurzeja, G. Mutke</i>).....	292
7.7.	Podstawowe metody prognozy energii całkowitej (<i>J. Kornowski</i>)	295

7.8. Sekwencyjna prognoza zagrożenia – przykłady i porównania ze stanem obecnym (<i>J. Kurzeja</i>).....	298
7.9. Metody uzupełniające (<i>J. Kurzeja</i>)	300
7.10. Podsumowanie i wnioski (<i>J. Kornowski</i>).....	301
8. Zasady łącznej prognozy potencjalnego i oceny rzeczywistego stanu zagrożenia łąpaniami (<i>J. Kabiesz, W. Konopko, J. Drzewiecki</i>).....	304
8.1. Kompleksowa ocena stanu zagrożenia łąpaniami	306
8.2. Postanowienia końcowe.....	310
9. Oprogramowanie metod prognozy potencjalnego i rzeczywistego stanu zagrożenia łąpaniami (<i>J. Makówka</i>)	311
Podsumowanie (<i>J. Kabiesz</i>)	317
Literatura.....	320