

Spis treści

1. Wstęp	9
2. Zastosowanie opóźnień milisekundowych do robót z użyciem MW	12
2.1. Roboty strzałowe w górnictwie podziemnym	12
2.2. Roboty strzałowe w górnictwie odkrywkowym	16
2.3. Roboty inżynierskie z użyciem MW	19
2.4. Odpalanie milisekundowe w górnictwie odkrywkowym	24
2.4.1. System inicjowania elektrycznego	25
2.4.2. System inicjowania nieelektrycznego	27
2.4.3. System inicjowania elektronicznego	30
2.5. Badania związane z opóźnieniem milisekundowym	33
2.5.1. Doświadczenia zagraniczne i krajowe	33
2.5.2. Wzory stosowane do wyznaczania opóźnienia milisekundowego	48
3. Oddziaływanie na otoczenie drgań wzbudzanych detonacją MW	51
3.1. Charakterystyka drgań	51
3.1.1. Czynniki wpływające na intensywność drgań wzbudzanych robotami strzałowymi	55
3.1.2. Wpływ drgań parasejsmicznych na obiekty budowlane	57
3.2. Profilaktyka stosowana przez przedsiębiorstwa górnicze	60
3.3. Drgania parasejsmiczne jako sygnał	62
4. Wybrane metody analizy sygnałów	66
4.1. Najpopularniejsze metody analizy sygnału drgań parasejsmicznych	66
4.2. Analiza czasowo-częstotliwościowa <i>Matching Pursuit</i> (MP)	75
4.3. Spektrum odpowiedzi i jego zastosowanie	80
4.3.1. Charakterystyka metody spektrum odpowiedzi	80
4.3.2. Spektrum odpowiedzi drgań powstałych na skutek wstrząsów sejsmicznych	86

4.3.3. Spektrum odpowiedzi drgań powstałych na skutek wstrząsów górniczych	89
4.3.4. Spektrum odpowiedzi drgań powstałych na skutek ruchu komunikacyjnego	95
4.3.5. Spektrum odpowiedzi drgań powstałych na skutek robót strzałowych	96
4.3.6. Spektrum odpowiedzi drgań zarejestrowanych podczas eksploatacji wybranych surowców	101
4.4. Podsumowanie	107
5. Opis badań terenowych	108
5.1. Założenia do badań terenowych	108
5.2. Zastosowana aparatura pomiarowa	109
5.3. Wybrane parametry robót strzałowych oraz lokalizacja stanowisk pomiarowych w otoczeniu kopalni gipsu A	112
5.4. Wybrane parametry robót strzałowych oraz lokalizacja stanowisk pomiarowych w otoczeniu kopalni wapienia B	114
6. Analiza zarejestrowanych sygnałów	117
6.1. Analiza wyników badań z kopalni gipsu A	117
6.1.1. Analiza sygnałów z kopalni gipsu A z zastosowaniem analizy MP	120
6.1.2. Spektrum odpowiedzi drgań zarejestrowanych w otoczeniu kopalni gipsu A	124
6.2. Analiza wyników badań prowadzonych w kopalni wapienia B	132
6.2.1. Analiza wyników badań prowadzonych w kopalni wapienia B – odpalanie ładunków MW systemem nieelektrycznym Nonel Unidet	132
6.2.2. Spektrum odpowiedzi drgań zarejestrowanych w otoczeniu kopalni wapienia B – opóźnienie zadawane systemem nieelektrycznym	137
6.2.3. Analiza wyników badań z kopalni wapienia B – odpalanie ładunków MW systemem elektronicznym i-kon	142
6.2.4. Spektrum odpowiedzi drgań zarejestrowanych w otoczeniu kopalni wapienia B – opóźnienie zadawane systemem elektronicznym i-kon	149
6.3. Podsumowanie	156

7. Modelowanie numeryczne oddziaływań dynamicznych w górotworze	159
7.1. Podejście pseudostatyczne	159
7.2. Podejście dynamiczne	160
7.2.1. Obciążenia dynamiczne i warunki brzegowe	161
7.2.2. Tłumienie mechaniczne	162
7.2.3. Propagacja fal przez model	163
7.3. Analiza wyników obliczeń dynamicznych	163
7.4. Podsumowanie	168
8. Wnioski	169
Bibliografia	172