

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242357 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **434974**

(22) Data zgłoszenia: **2020.08.17**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.02.21 BUP 08/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.02.13 WUP 07/2023**

(51) MKP:

E21F 17/18 (2006.01)

G01V 1/28 (2006.01)

G01V 9/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**POLTEGOR-INSTYTUT INSTYTUT
GÓRNICTWA ODKRYWKOWEGO, Wrocław, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

TADEUSZ CHRZAN, Wrocław, PL

(54) Tytuł:

**Sposób określania maksymalnej poziomej radialnej częstotliwości drgań w złożu,
spowodowanej parasejsmiczną poziomą falą radialną w Polu bliskim podczas urabiania
bloku skalnego strzelaniem**

PL 242357 B1

Opis wynalazku

Sposób określania maksymalnej poziomej radialnej częstotliwości drgań w złożu spowodowaną parasejsmiczną poziomą falą radialną w Polu bliskim podczas urabiania bloku skalnego strzelaniem polega na pomiarach prędkości fali podłużnej na próbkach skalnych i częstotliwości poziomej radialnej drgań złoża w czasie strzelania oraz obliczenia na tej podstawie maksymalnej poziomej radialnej częstotliwości drgań w badanym złożu. Pomiary są wykonywane w punktach pomiarowych przed czołem urabianego bloku skalnego. Pomiary wykonuje się po odpaleniu ładunku materiału wybuchowego umieszczonego w otworach strzałowych urabianego strzelaniem bloku skalnego. Sposób ten znajdzie zastosowanie w górnictwie odkrywkowym, do określenia czasu odpalenia następnego otworu czyli czasu zwłoki milisekundowej powodującej wygaszenie drgań spowodowanych odpaleniem poprzedniego otworu.

Stan techniki. Urabianie skał MW jest to odspojenie od calizny skalnej wzdłuż linii pionowej i poziomej bloku skalnego o różnych wartościach jego wymiarów w stosunku do długości fali parasejsmicznej. Wykonywanie prac w górnictwie odkrywkowym zużyciem materiałów wybuchowych, prowadzi do powstania drgań parasejsmicznych, które powodują drgania urabianego złoża a następnie gruntu poza złożem. Drgania te przenoszą się poprzez propagacje fal parasejsmicznych we wszystkich kierunkach i działają szkodliwie na infrastrukturę drogową i mieszkalną. Dotychczas przyjmuje się, że wartość szkodliwego oddziaływania robót strzałowych, czyli amplitudy wychylenia, prędkości lub przyspieszenia cząsteczki drgającego ośrodka, zależy od wielkości odstrzelanego ładunku materiału wybuchowego oraz od odległości między kopalnią a chronionym obiektem. Parametrem pozwalającym porównywać szkodliwość drgań spowodowanych strzelaniem, za pomocą materiałów wybuchowych, jest przykładowo wartość wektora poziomej radialnej prędkości drgań parasejsmicznych i odpowiadająca temu wektorowi prędkości częstotliwość. Parametry te związane są z warunkami geologiczno-tektonicznymi złoża, wymiarami odstrzelanego bloku i zmienianym miejscem prowadzonych robót strzałowych wynikających z postępu wydobywania. Jedną z metod oceny szkodliwego wpływu drgań gruntu na budynki jest bezpośredni pomiar parametrów drgań na budynku, w tym przykładowo wartości wektora poziomej radialnej prędkości drgań i jej częstotliwości. Odpowiednio zinterpretowane wyniki pomiarów umożliwiają zastosowanie skal empirycznych podanych w polskiej normie. Skale empiryczne zostały utworzone do prognozowania skutków szkodliwego oddziaływania drgań, w zależności od wartości parametrów drgań gruntu działających na budynki. Polska norma PN-B-02170:2016-12, w zależności od wartości wektora poziomej radialnej prędkości drgań oraz jej częstotliwości drgań po tercjowaniu w przedziałach $1/3$ oktawowych, określa stopień szkodliwego oddziaływania drgań na budynki mieszkalne. Pomiary radialnej prędkości drgań wykonuje się zgodnie z kierunkiem łączącym punkt pomiarowy ze źródłem drgań. Za źródło drgań przyjmuje się środkowy otwór pierwszego szeregu otworów strzałowych. Pole bliskie jest to odległość od źródła drgań, w którym częstotliwość drgań ośrodka w czasie strzelania zmienia się po zależności sinusoidalnej. W naukowej literaturze krajowej i światowej dotyczącej drgań parasejsmicznych nie ma obecnie żadnej teoretycznej oraz korelacyjnej zależności do obliczania maksymalnej częstotliwości drgań poziomej fali parasejsmicznej radialnej, a zatem brak możliwości doboru właściwej zwłoki czasowej dla odpalenia otworu drugiego i następnych. Dobór właściwej zwłoki czasowej dla otworu drugiego i następnych ma znaczny wpływ na wartość szkodliwych drgań parasejsmicznych powstających przy przejściu fali parasejsmicznej poziomej radialnej.

Celem rozwiązania przy powtarzalnym produkcyjnym urabianiu złoża, poprzez strzelanie w blokach skalnych o zbliżonych wymiarach, według wynalazku, jest określenie na podstawie jednego odstrzału maksymalnej radialnej częstotliwości drgań w urabianym złożu, spowodowanej parasejsmiczną poziomą falą radialną w Polu bliskim. Potrzebna jest ona do obliczenia z zależności sinusoidalnej maksymalnej wartości częstotliwości, a następnie jej okresu T a czas t równy $1/2 T$ będzie czasem zwłoki międzystrzałowej czyli czasem odpalenia otworu drugiego.

Korzystne skutki wynalazku. Dla powtarzalnych produkcyjnych odstrzałów bloków skalnych o zbliżonych wymiarach, na podstawie jednego strzelania możliwość dokładnego obliczenia maksymalnej radialnej częstotliwości drgań w złożu spowodowanych parasejsmiczną poziomą falą radialną w Polu bliskim niezbędnej do określenia czasu (zwłoki milisekundowej) odpalenia drugiego a następnie 3, 4, 5, 6, 7, 8 ... otworu, tak aby następowało 100% wytłumienie drgań, spowodowane odpaleniem poprzedniego otworu. Do wykonania takich obliczeń potrzebna jest $f_{r \max}$ – maksymalna pozioma radialna częstotliwość drgań w badanym złożu. Mając obliczoną maksymalną poziomą radialną, częstotliwość drgań można tak dobrać czas odpalenia drugiego otworu, aby następował on połowie okresu drgań T , wywołanego przez otwór pierwszy. Odpalenie drugiego otworu w punkcie czasowym $t = T/2$

spowoduje 100% wygaszenie drgań wywołanych przez otwór pierwszy. Podobnie postępujemy w stosunku do otworu 3, 4, 5, 6, 7, 8 ...

Istota wynalazku polega na tym, że na pobranych z odstrzelivanego bloku skalnego minimum 3 próbkach skalnych o zorientowanych kierunkach, na kierunku radialnym określamy prędkość fali podłużnej. Następnie w czasie urabiania strzelaniem badanego bloku przed jego czołem w punkcie pomiarowym odległym o około 250 m od źródła drgań dokonuje się pomiaru poziomej radialnej częstotliwości drgań. Mając pomierzone wartości poziomej radialnej częstotliwości i prędkości fali podłużnej, podstawia się je do zależności: $f_r \max = f_r / \sin(f_r \cdot 360 \cdot t)$, z której oblicza się maksymalną poziomą radialną częstotliwość drgań w urabianym strzelaniem złożu. Gdzie: $f_r \max$ – maksymalna pozioma radialna częstotliwość drgań w urabianym strzelaniem złożu, f_r – częstotliwość radialna pozioma drgań pomierzona w odległości około 250 m podzielona przez funkcję sinus, t – czas przejścia fali podłużnej jako stosunek odległości punktu pomiarowego od źródła drgań do średniej z co najmniej trzech pomiarów na próbkach prędkości fali podłużnej. Zastosowanie sposobu opisano na Przykładzie 1.

Przykład 1

Pobieramy z odstrzelivanego bloku skalnego 3 próbki skalne o odległości między nimi równej $\frac{1}{3}$ długości bloku o wymiarach większych, tak aby z nich wyciąć próbki o wymiarach 10 x 12 x 15 cm o zorientowanych kierunkach. Na kierunku radialnym mają one długość 15 cm. Pomiar wykonujemy przyrządem ultradźwiękowym głowicami do fali podłużnej. Dzieląc długość 3 próbek (45 cm) przez sumę czasów ($t = 0,0001666$ s), przejścia fali podłużnej ultradźwiękowej z trzech pomiarów, określamy prędkość V fali podłużnej, $V = 2701$ m/s. Następnie w czasie urabiania strzelaniem badanego bloku przed jego czołem w punkcie pomiarowym odległym o 228 m od źródła drgań dokonuje się pomiaru częstotliwości radialnej poziomej drgań, która wynosi $f_r = 50$ Hz. Linia łącząca punkt pomiarowy ze środkowym otworem strzałowym pierwszego szeregu jest prostopadła do długości bloku. Mając pomierzone wartości częstotliwości poziomej radialnej; $f_r = 50$ Hz, i prędkości fali podłużnej, $V = 2701$ m/s, podstawia się je do zależności: $f_r \max = f_r / \sin(f_r \cdot 360 \cdot t)$.

Po podstawieniu i obliczeniu otrzymamy:

$$f_r \max = 50 / \sin(50 \times 360 \times 0,0844) = 50 / 0,98 = 51,0 \text{ Hz,}$$

gdzie: $f_r \max$ – maksymalna pozioma radialna częstotliwość drgań występująca w danym złożu, f_r – częstotliwość radialna pozioma drgań pomierzona w odległości 228 m, podzielona przez funkcję sinus, t – czas przejścia fali podłużnej, jako stosunek odległości punktu pomiarowego od źródła drgań do średniej z trzech pomiarów prędkości fali podłużnej.

Dla sprawdzenia prawidłowości pomiarów wykonano obliczenia, $f_r \max$ dla punktu pomiarowego odległego o $r = 289$ m i o $f_r = 9,63$ Hz, stąd:

$$f_r \max = 9,63 / \sin(9,63 \times 360 \times 0,107) = 9,63 / 0,188 = 51,2 \text{ Hz,}$$

co potwierdziło prawidłowo obliczoną poprzednio wartość $f_r \max$.

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób określania maksymalnej poziomej radialnej częstotliwości drgań w złożu wywołanej przez poziomą falę parasejsmiczną radialną w Polu bliskim podczas urabiania bloku skalnego strzelaniem polega na pomiarach prędkości fali podłużnej na próbkach skalnych i częstotliwości poziomej radialnej drgań ośrodka w czasie strzelania oraz obliczenia na tej podstawie maksymalnej radialnej poziomej częstotliwości drgań urabianego złoża **znamienny tym**, że
 - 1) pobieramy z odstrzelivanego bloku skalnego minimum 3 próbki skalne w odległości między nimi równej $\frac{1}{3}$ długości bloku o wymiarach większych, tak aby można było wyciąć z nich próbki o wymiarach 10 x 12 x 15 cm o zorientowanych kierunkach, na których wykonujemy pomiary czasu przejścia fali podłużnej przyrządem ultradźwiękowym a dzieląc długość 3 próbek na kierunku radialnym przez łączny czas przejścia przez nie fali podłużnej ultradźwiękowej określamy średnią i prędkość fali podłużnej na kierunku radialnym,
 - 2) następnie w czasie urabiania strzelaniem badanego bloku przed jego czołem w punkcie pomiarowym odległym około 250 m od źródła drgań (linia łącząca punkt pomiarowy ze środkowym otworem strzałowym pierwszego szeregu jest prostopadła do długości bloku) dokonuje się czujnikiem drgań pomiaru poziomej radialnej częstotliwości drgań a mając pomierzone wartości częstotliwości

i prędkości fali podłużnej podstawia się je do zależności: $f_{r \max} = f_r / \sin(f_r \cdot 360 \cdot t)$ i oblicza maksymalną poziomą radialną częstotliwość drgań w badanym złożu. Gdzie: $f_{r \max}$ – maksymalna poziomą radialną częstotliwość drgań w badanym złożu, f_r – częstotliwość poziomą radialną drgań, pomierzona w odległości około 250 m, podzielona przez funkcję sinus, t – czas przejścia fali podłużnej jako stosunek odległości punktu pomiarowego od źródła drgań do średniej pomierzonej na próbkach skalnych radialnej prędkości ultradźwiękowej fali podłużnej.