

IDENTYFIKACJA KOŁOWEGO ROZKŁADU POZIOMEJ RADIALNEJ WEKTORA PRĘDKOŚCI DRGAŃ GRUNTU PRZY INICJOWANIU ŁADUNKÓW MATERIAŁÓW WYBUCHOWYCH O RÓŻNEJ MASIE

IDENTIFICATION OF THE CIRCULAR DISTRIBUTION OF THE HORIZONTAL RADIAL GROUND VIBRATION VELOCITY VECTOR AT THE INITIATION OF EXPLOSIVE CHARGES OF DIFFERENT MASSES

Tadeusz Chrzan - „Poltegor Instytut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław

W artykule opisano sposób identyfikacji kołowego rozkładu poziomej radialnej wektora prędkości drgań gruntu $[V_x]$ powstających w wyniku odpalenia, przypadających na jedną zwłokę, umieszczonych w otworach strzałowych ładunków Q_z , materiałów wybuchowych $[MW]$ o różnej masie. Sposób ten znajduje zastosowanie w górnictwie odkrywkowym w celu określenia czy rozkład drgań parasejsmicznych układa się kołowo. Sposób ten może być stosowany również przy urabianiu za pomocą ładunków materiałów wybuchowych MW zamarzniętych gruntów i skał pod trasy gazociągu, ropociągu, trakcję kolejową, drogi i autostrady.

Słowa kluczowe: materiały wybuchowe, rozkład drgań parasejsmicznych

This paper describes a method for identifying the circular distribution of the horizontal radial ground vibration velocity vector $[V_x]$ resulting from the firing, per lag, of explosives of different masses placed in blast holes Q_z . The method is used in open-pit mining to determine whether the distribution of parasitic vibrations is circular. The method can also be used in the excavation with explosive charges of frozen soil and rock for gas pipeline routes, oil pipelines, railway traction, roads and highways.

Keywords: explosives, parseismic vibration distribution

Wykonywanie prac w górnictwie odkrywkowym z użyciem materiałów wybuchowych prowadzi do powstania drgań parasejsmicznych, mogących oddziaływać na lokalną zabudowę. Ponieważ przyczyną powstania drgań nie są wybuchy wulkanów czy trzęsienia ziemi, dlatego drgania te nazywane są parasejsmicznymi. Skały urabia się w kopalni odkrywkowej strzelaniem za pomocą materiałów wybuchowych, które powodują drgania urabianego ośrodka a następnie otaczającego gruntu. Drgania te przenoszą się poprzez propagacje fal parasejsmicznych w gruncie we wszystkich kierunkach i działają szkodliwie na infrastrukturę drogową i mieszkalną. Wielkość szkodliwego oddziaływania drgań zależy w danym terenie od wielkości odstrzelanego Q_z ładunku materiału wybuchowego MW oraz odległości między kopalnią a danym obiektem. Skały urabia się za pomocą materiałów wybuchowych, przy czym odpalenie jednego Q_z lub wielu ładunków może nastąpić na jedną zwłokę czasową t_z lub kilka różnych zwłok czasowych t_{z1} , t_{z2} , t_{z3} . Q_z - ładunki wyposaża się w zapalniki o tym samym czasie zwłoki lub zapalniki zwłoczne o różnym stopniu opóźnienia. Parametrem pozwalającym na porównywanie wartości poszczególnych drgań spowodowanych strzelaniem za pomocą materiałów wybuchowych MW jest przykładowo prędkość drgań parasejsmicznych, obejmująca przede wszystkim prędkość drgań w punkcie i odpowiadającą jej częstotliwość. Parametry te związane są z warunkami geologiczno-tektonicz-

nymi pomiędzy punktem pomiaru a miejscem robót strzałowych wynikających z postępu wydobywania. Wpływa to na warunki przewodnictwa parasejsmicznego w obrębie eksploatowanego złoża i poza nim. W przypadku prowadzenia robót strzałowych w pobliżu obiektów chronionych konieczne jest prowadzenie pomiarów kontrolnych warunków propagacji parasejsmicznej opartych na przykład na prędkości drgań gruntu. Jedną z metod oceny wpływu drgań gruntu na powierzchnię terenu jest bezpośredni pomiar parametrów drgań gruntu, przykładowo prędkości drgań i odpowiadającej jej częstotliwości, której wyniki odpowiednio zinterpretowane umożliwiają zastosowanie skali empirycznej stworzonej w oparciu o rzeczywiste, stwierdzone skutki oddziaływania drgań o określonych parametrach na budynki. Wstępną analizę intensywności drgań dokonuje się w oparciu o wyznaczone maksymalne wartości mierzonego parametru, przykładowo wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu. Uwzględnienie wyników analizy drgań parasejsmicznych w procesach wybuchowego urabiania skał jest istotnym czynnikiem poprawy efektywności urabiania skały i bezpieczeństwa sejsmicznego przyległych obiektów.

Znany jest z polskiego opisu wynalazku PL 231683 sposób określania wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu dla różnych odległości od źródła drgań wytworzonych poprzez odpalenie ładunku materiału wybuchowego umieszczonego w rozmieszczonych w linii otworach strzało-

wych, w którym pomiaru poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu dokonuje się w znajdujących się w różnych odległościach od źródła drgań punktach pomiarowych umieszczonych pod różnymi kątami kierunkowymi α , z których każdy stanowi kąt pomiędzy linią otworów strzałowych a linią łączącą punkt pomiarowy ze źródłem drgań, które stanowi środkowy otwór strzałowy lub środek linii otworów strzałowych. Dla realizacji tego sposobu wybiera się od kilku do kilkunastu punktów pomiarowych, dla których kąt kierunkowy α jest z przedziału od 0° do 90° i mierzy się rzeczywistą odległość R tych punktów pomiarowych od źródła drgań, następnie wyznacza się wartość średnią tych odległości S i kolejno rzeczywistą odległość R poszczególnych punktów pomiarowych od źródła drgań dzieli się przez wartość średnią odległości S przez co otrzymuje się wskaźnik wpływu odległości R_p dla każdego punktu pomiarowego. Następnie mnoży się wartość poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu zmierzonej w danym punkcie pomiarowym przez odpowiadający danemu punktowi pomiarowemu wskaźnik wpływu odległości R_p , a wyniki otrzymane dla wartości średniej odległości S punktów pomiarowych od źródła drgań, dla wybranych od kilku do kilkunastu punktów pomiarowych dla których kąt kierunkowy α wynosi od 0° do 90° nanosi się na układ współrzędnych i przedstawia się graficznie przy pomocy wykresu $V_x=f(\alpha)$ poziomej radialnej wektora prędkości drgań, z którego odczytuje się następnie, czy rozkład drgań parasejsmicznych układa się kołowo. Podobną metodykę pomiarów zastosowano przy identyfikacji kołowego rozkładu poziomej radialnej wektora prędkości drgań gruntu przy inicjowaniu ładunków materiałów wybuchowych o różnej masie a stałej odległości pomiarów od źródła drgań.

W praktyce na podstawie pomiarów poziomej radialnej wektora prędkości drgań V_x i masy ładunków materiałów wybuchowych MW przypadających na jedną zwłokę Q_z , oraz odległości r źródła drgań od punktu pomiarowego, z zastosowaniem programu komputerowego, na przykład programu Statistica, wykonuje się analizę regresji i oblicza współczynnik korelacji, który jest miarą dopasowania otrzymanej linii zależności $V_x=f(Q_z, r)$ do rozkładu punktów pomiarowych. Obecnie bezpieczną odległość względem drgań parasejsmicznych określa się ze wzoru:

$$V = k \cdot Q_z^a \cdot r^{-b} \quad (1)$$

gdzie:

V - prędkość drgań w punkcie pomiaru styczna lub radialna, cm/s,

k, a, b - współczynniki określające warunki emisji i propagacji drgań wyznaczone na podstawie pomiarów w podanej zależności, ujmujące wpływ zmienności technologicznych parametrów strzelania i błąd pomiarów,

Q_z - wielkość odpalanego ładunku MW, na jedną zwłokę (jeden zapalnik), kg,

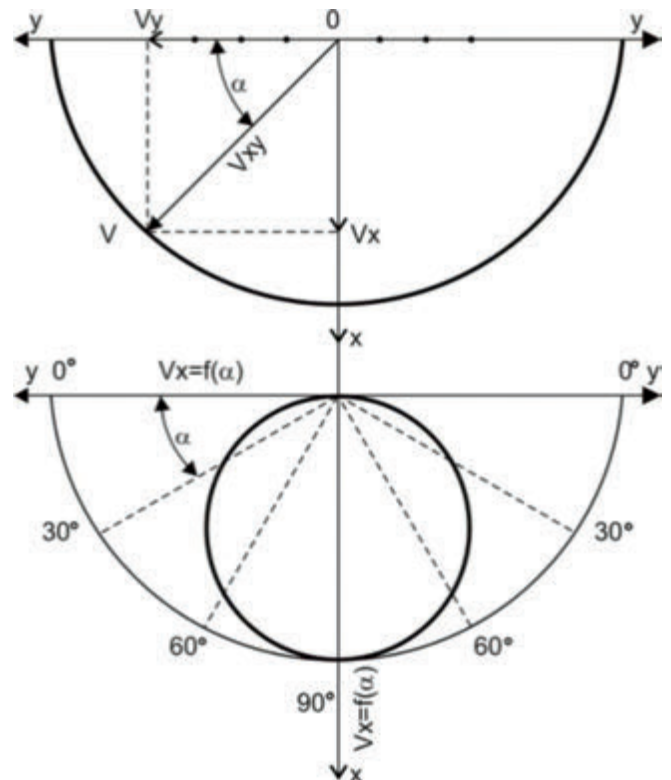
r - odległość między miejscem odpalenia ładunku Q_z a obiektem, w którym występują drgania, m.

Przyjmując ze skali SWD wartość bezpiecznej prędkości drgań do równania 1 dobieramy taką odległość między miejscem odpalenia ładunku Q_z a obiektem oraz wielkości odpalanego ładunku MW, na jedną zwłokę Q_z , aby po ich podstawieniu do wzoru 1 nie przekroczyć przyjętej bezpiecznej wartości prędkości drgań. Stosowane do określania strefy bezpiecznej wobec drgań parasejsmicznych wzory przeznaczone

dla kołowego rozkładu prędkości drgań parasejsmicznych nie uwzględniają zmiany ich wartości ze zmianą kąta α . Kołowy rozkład prędkości drgań parasejsmicznych charakteryzuje się tym, że pozioma radialna wektora prędkości V_x drgań gruntu, przy tej samej wielkości ładunku materiału wybuchowego MW i stałej odległości punktu pomiarowego od źródła drgań, dla każdego kąta kierunkowego α ma inną wartość. Na rysunku 1 przedstawiono jednostkowy teoretyczny kołowy rozkład składowej radialnej prędkości V_x drgań fali sejsmicznej dla różnych wartości kąta kierunkowego α . Kierunek Y , pokrywa się z linią otworów strzałowych, a prędkość V_x jest prostopadła do osi Y . Jednostkową wartość wektora prędkości wypadkowej dla rozkładu kołowego można zapisać jako sumę wektorów składowych

$$V_{xy}^2 = V_x^2 + V_y^2, V_{xy} = R^2 = 1$$

Z rysunku 4 wynika, że $V_x = V_{xy} \sin \alpha$. Stąd dla kąta kierunkowego $\alpha > 65^\circ$, największą prędkość drgań V_x 90° z dokładnością do 10% można obliczyć z zależności, $V_x 90^\circ = V_x 66^\circ / \sin 66^\circ$. Wartość poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu (Rys.1) jest największa dla kąta kierunkowego $\alpha = 90^\circ$ i maleje do zera przy kącie kierunkowym $\alpha = 0^\circ$, przy czym wartości V_x układają się przy osi x wzdłuż obwodu połówki koła. Pomiar wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu należy wykonywać dla kąta kierunkowego $\alpha = 90^\circ$ i dla tych wartości prędkości drgań gruntu obliczać strefę bezpieczną wobec drgań parasejsmicznych.



Rys. 1. Schemat do wykresnego przedstawienia kształtu i wartości wektora jednostkowego wypadkowej prędkości drgań V_{xy} oraz radialnej V_x prędkości drgań fali podłużnej w funkcji kąta kierunkowego „ α ” (rozkład kołowy) (opracowanie własne)

Fig. 1. Scheme of plotted representation of the shape and value of the unit vector of resultant vibration velocity V_{xy} and radial V_x vibration speed a longitudinal wave as a function of the direction angle „ α ” (circular distribution) (own elaboration)

Pozioma radialna wektora prędkości V_x drgań gruntu jest to maksymalna prędkość, jaką mają w punkcie pomiarowym cząsteczki gruntu drgające zgodnie z kierunkiem jaki tworzy linia łącząca punkt pomiarowy ze źródłem drgań. Źródłem drgań określa się środkowy otwór strzałowy lub środek linii otworów strzałowych. Kąt kierunkowy α jest to kąt utworzony pomiędzy linią biegnącą wzdłuż otworów strzałowych wywierconych w bloku skalnym, który ma być urobiony strzelaniem, a linią łączącą punkt pomiarowy ze środkowym otworem strzałowym lub środkiem linii otworów. Aby stwierdzić, czy przy stałych parametrach strzelania w danym złożu występuje kołowy rozkład drgań gruntu należy wykonać pomiary poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań w stałej odległości od źródła drgań, przed czołem urabianej ściany, dla różnych kątów kierunkowych α z przedziału od 0° do 90° , w co najmniej kilku punktach pomiarowych.

W przypadku, gdy po kilku pomiarach okazuje się, iż nie ma kołowego rozkładu prędkości drgań parasejsmicznych, to wzory do obliczania strefy bezpiecznej drgań parasejsmicznych oparte na kołowym rozkładzie drgań nie mogą być stosowane. Przy stosowaniu wzorów opartych na kołowym rozkładzie drgań lecz bez uwzględniania kąta kierunkowego powstają też duże błędy w obliczeniach, co widać na rysunku 1.

W czasie urabiania skał w kamieniołomie, ze względu na zmieniającą się w czasie urabiania strzelaniem wysokość i strukturę urabianych ścian, ilość urabianych otworów i ich rzędów, powoduje, iż stosuje się różne wielkości ładunków materiałów wybuchowych MW odpalanych w poszczególnych otworach strzałowych i na jedną zwłokę. Powyższe powoduje, iż trudno dokonać pomiarów przy stałej wielkości masy ładunku materiału wybuchowego MW przypadających na jedną zwłokę Qz przy różnych kątach kierunkowych α i stałej odległości od źródła drgań. Pomiary dla różnych wielkości ładunków materiałów wybuchowych MW potwierdzają, że otrzymuje się różne wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań spowodowane nie tylko różną wartością kąta kierunkowego α , lecz także różną wielkością masy ładunku wybuchowego MW na zwłokę Qz. Duże zróżnicowania wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań zaprezentowane na wykresie (Rys. 2) mogą sugerować, iż jest to rozkład odbiegający od rozkładu kołowego, gdy w rzeczywistości będzie to rozkład kołowy.

Problemem jaki stoi do rozwiązania przed opisanym sposobem jest rozwiązanie uwzględniające w pomiarach różną masę ładunków materiałów wybuchowych MW przypadających na zwłokę Qz i pozwalające określić rodzaj rozkładu drgania gruntu w oparciu o możliwie jak najmniejszą ilość pomiarów.

Celem opisanego sposobu jest rozwiązanie uwzględniające różną masę ładunków materiałów wybuchowych MW przypadających na zwłokę Qz pozwalające na szybkie sprawdzenie czy w danym złożu występuje kołowy rozkład drgań gruntu, a więc czy wzory oparte na kołowym rozkładzie prędkości drgań parasejsmicznych mogą być zastosowane do obliczania promienia strefy drgań sejsmicznych bezpiecznych dla budynków.

Sposób określania wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu, dla różnych wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW przypadających na jedną zwłokę Qz, wytworzonych poprzez odpalenie ładunków materiałów wybuchowych MW umieszczonych w rozmieszczonych w linii wielu otworach strzałowych, w którym pomiaru poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu doko-

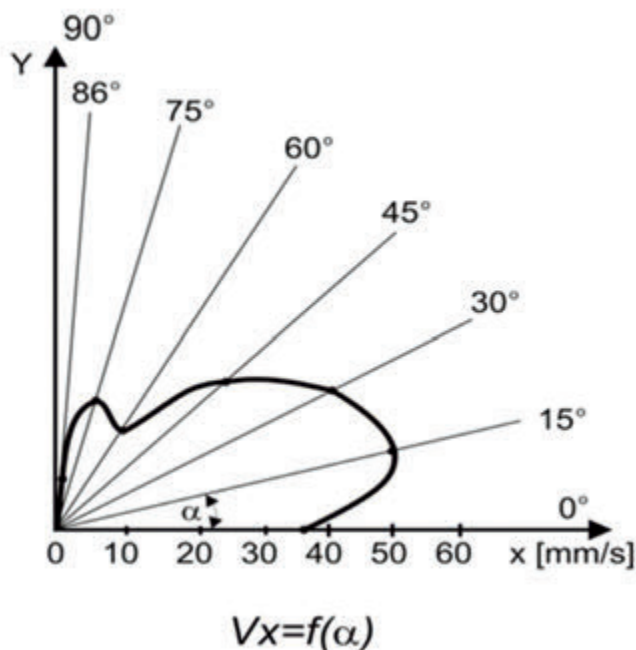
nuje się w punktach pomiarowych umieszczonych pod różnymi kątami kierunkowymi α . Kąt kierunkowy α jest to kąt pomiędzy linią otworów strzałowych a linią łączącą punkt pomiarowy ze źródłem drgań, które stanowi środkowy otwór strzałowy lub środek linii otworów strzałowych. Opisany w artykule sposób charakteryzuje się tym, iż przy pomocy tachimetru wyznacza się punkty pomiarowe o jednakowej odległości od źródła drgań, dla których kąt kierunkowy α jest z przedziału od 0° do 90° . Pomiaru prędkości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu dokonuje się każdorazowo po detonacji określonej wielkości masy ładunków Qz materiałów wybuchowych umieszczonych w otworach strzałowych odpalanych na jedną zwłokę Qz, dla jednego punktu pomiarowego umieszczonego na jednym kącie kierunkowym α w czasie jednego strzelania. Po dokonaniu pomiarów w wyznaczonych punktach pomiarowych sumuje się masy użytych do detonacji ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz dla wszystkich strzelań i otrzymaną wielkość dzieli się przez ilość dokonanych pomiarów wyznaczając wartość średnią masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qzs. Po czym wartość średnią ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qzs dzieli się przez rzeczywistą wielkość masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz dla poszczególnych strzelań/punktów pomiarowych i otrzymuje się wskaźnik wpływu Q_m wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz dla każdego strzelania/punktu pomiarowego. Następnie mnoży się wartość poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu zmierzonej w danym punkcie pomiarowym przez odpowiadający danemu punktowi pomiarowemu wskaźnik wpływu Q_m wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz. Otrzymane z pomnożenia wyniki V_{xm} dla wybranych punktów pomiarowych znajdujących się w stałych odległościach od źródła drgań, dla których kąt kierunkowy α wynosi od 0° do 90° nanosi się na układ współrzędnych i przedstawia się graficznie przy pomocy wykresu. Z wykresu $V_x = f(\alpha)$ poziomej radialnej wektora prędkości drgań V_x (Rys. 3) odczytuje się czy rozkład poziomej radialnej wektora prędkości drgań V_x parasejsmicznych układa się kołowo.

Sposób został objaśniony na opisanym przykładzie i za pomocą Tabeli 1 oraz sporządzonych na jej podstawie wykresów (Rys. 2, 3).

Sposób określania wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu, dla różnych wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW przypadających na jedną zwłokę Qz, polega na tym, iż przy pomocy tachimetru określa się punkty pomiarowe umieszczone w jednakowej odległości od źródła drgań i pod różnymi kątami kierunkowymi α z przedziału od 0° do 90° . Realizację sposobu przeprowadzono dla siedmiu punktów pomiarowych oddalonych o 300 m od źródła drgań, dla kątów kierunkowych α wynoszących: 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 86° . W czasie jednego strzelania wykonuje się jeden pomiar prędkości drgań dla jednego kąta kierunkowego α i jednego punktu pomiarowego. Dla stałej odległości od źródła drgań każdemu punktowi pomiarowemu odpowiada inna wielkość masy ładunków materiałów wybuchowych MW odpalanych na jedną zwłokę Qz i inny kąt kierunkowy α . Zastosowano materiały wybuchowe MW o masie Qz od 111-168 kg. Źródło drgań, stanowi środkowy otwór strzałowy ułożonych w linii wielu otworów strzałowych albo środek linii otworów strzałowych. W czasie ładowania otworów strzałowych waży się masę materiału wybuchowego MW ładowanego do otworów jednocześnie

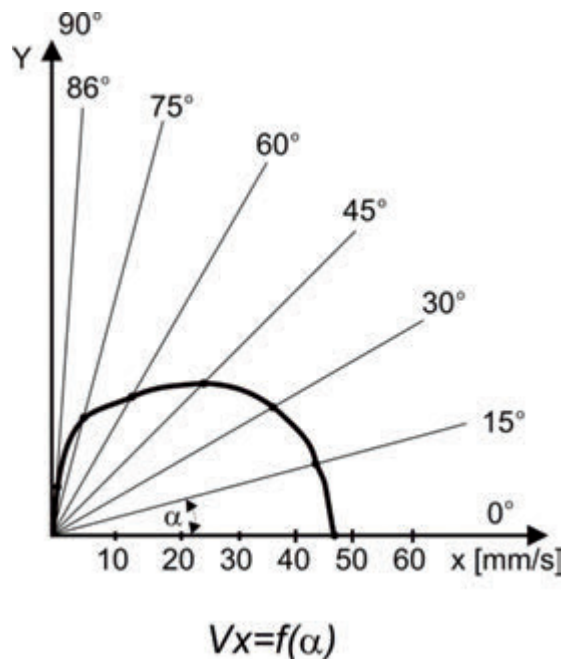
odpalanych na jedną zwłokę Qz dla danego kąta kierunkowego α . Następnie oblicza się sumę mas ładunków materiałów wybuchowych MW na jedną zwłokę Qz dla wszystkich odstrzałów i wyznacza się wartość średnią masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qzs. Otwory strzałowe ułożone są w jednej linii, kolejno w jednakowych odstępach od siebie, a umieszczone w nich ładunki materiałów wybuchowych MW o różnych masach odpalane są na jedną zwłokę czasową Qz. Po detonacji ładunku, w danym punkcie pomiarowym przy użyciu czujników dokonuje się pomiaru wartości poziomej radialnej

wektora prędkości V_x drgań gruntu. Kolejno, wartość średnią ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qzs dzieli się przez rzeczywistą wielkość masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz dla poszczególnych strzelań/punktów pomiarowych i otrzymuje się wskaźnik wpływu Q_m wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz dla każdego strzelania/punktu pomiarowego. Wskaźnik ten dla mniejszej wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz od wartości średniej jest większy niż 1. Dla większej wielkości masy ładunków mate-



Rys. 2. Wykres zmiany wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań dla stałej odległości i różnych wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na jedną zwłokę Qz

Fig. 2. Plot of the change in the horizontal value of the radial velocity vector V_x of the vibrations for a fixed distance and different mass sizes of explosive charges per lag Qz



Rys. 3. Wykres zmiany wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_{xm} drgań po uwzględnieniu wskaźnika wpływu Q_m wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz

Fig. 3. Plot of the change in the horizontal radial value of the velocity vector V_{xm} , vibration after taking into account the effect factor Q_m of the mass size of the explosive charges on the delay Qz

Tab. 1. Prezentacja pomiarów dla wykresów rozkładu kołowego drgań parasejsmicznych

Tab. 1. Presentation of measurements for parseismic circular distribution diagrams

| Numer kolejnego strzelania | Kąt kierunkowy α , dla danego strzelania i punktu pomiarowego [°] | Rzeczywista wartość masy ładunków materiałów wybuchowych MW na jedną zwłokę czasową Qz dla danego strzelania [kg] | Wartość średnia masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę czasową Qzs z wszystkich strzelań [kg] | Wskaźnik wpływu Q_m wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz dla danego strzelania i punktu pomiarowego | Zmierzona wartość poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań dla odpalonych ładunków materiałów wybuchowych MW na jedną zwłokę Qz [mm/s] | V_{xm} Pozioma radialna wektora prędkości V_x drgań pomnożona przez wskaźnik wpływu Q_m wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz dla średniej masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę czasową Qzs [mm/s] |
|----------------------------|--|--|--|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5=4/3 | 6 | 7= 5x6 |
| 1 | 0° | 112 | | 1,29 | 36,4 | 47,0 |
| 2 | 15° | 166 | | 0,87 | 51,7 | 45,0 |
| 3 | 30° | 161 | 144,0 | 0,89 | 47,2 | 42,0 |
| 4 | 45° | 149 | | 0,97 | 34,0 | 33,0 |
| 5 | 60° | 111 | | 1,30 | 18,5 | 24,5 |
| 6 | 75° | 168 | | 0,86 | 21,0 | 18,5 |
| 7 | 86° | 141 | | 1,02 | 7,4 | 7,5 |
| | | $\Sigma=1008$ | | | | |

riałów wybuchowych MW na zwłokę Qz od wartości średniej jest mniejszy niż 1. Kolejno mnoży się wartość poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu zmierzonej w danym punkcie pomiarowym przez odpowiadający danemu punktowi pomiarowemu wskaźnik wpływu Q_m wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz. Wyniki otrzymane z mnożenia V_{xm} dla wybranych punktów pomiarowych znajdujących się w stałych odległościach od źródła drgań, dla których kąt kierunkowy α wynosi od 0° do 90° , nanosi się na układ współrzędnych i przedstawia się graficznie przy pomocy wykresu $V_x = f(\alpha)$ poziomej radialnej wektora prędkości drgań V_{xm} . Z wykresu odczytuje się czy rozkład poziomej radialnej wektora prędkości drgań V_{xm} parasejsmicznych układa się kołowo. Z porównania teoretycznego rozkładu kołowego z wykresem rzeczywistym otrzymanym z obliczeń oceniamy czy rozkład drgań jest kołowy.

Sposób został objaśniony za pomocą tabeli i sporządzonych na jej podstawie wykresów (Rys. 2 i Rys. 3).

Rysunek 2 przedstawia wykres poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań dla stałej odległości i różnych wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na jedną zwłokę Qz.

Rysunek 3, to wykres poziomej radialnej wektora prędkości V_{xm} drgań po uwzględnieniu wskaźnika wpływu Q_m wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz dla średniej (stałej dla wykresu) wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qzs.

Na potrzeby opisanego sposobu przez kołowy rozkład prędkości drgań parasejsmicznych należy rozumieć rozkład, który układa się po obwodzie połówki koła z odchyłką $\pm 20\%$ od zakładanego kołowego rozkładu teoretycznego.

Podsumowanie i wnioski

Zaletą opisanego sposobu jest, iż po przemnożeniu pomierzonych wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań przez wskaźnik wpływu Q_m wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qz właściwy dla danego punktu pomiarowego i kąta kierunkowego α można dokonać wiarygodnej oceny rozkładu poziomej radialnej wektora prędkości drgań V_x parasejsmicznych. Korygując otrzymane

wyniki pomiarów poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań średnią wielkością masy ładunków materiałów wybuchowych MW na zwłokę Qzs otrzymujemy bardziej czytelny obraz rozkładu prędkości poziomej radialnej wektora prędkości drgań V_x , co wpływa na właściwą interpretację otrzymanych wyników i właściwą ocenę rodzaju rozkładu drgań.

Zaprezentowany na wykresie przedstawionym na rysunku 2 rozkład poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań dla rzeczywistych mas ładunków materiałów wybuchowych MW na jedną zwłokę czasową Qz przy stałej wartości odległości od źródła drgań nie pozwala na jednoznaczne określenie, czy rozkład wartości rejestrowanych drgań ma charakter kołowy. Natomiast zaprezentowany na wykresie przedstawionym na rysunku 3 rozkład poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań po uwzględnieniu wskaźnika wpływu Q_m wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na jedną zwłokę czasową Qz dla średniej (stałej dla wykresu i tabeli) ilości masy ładunków materiałów wybuchowych MW na jedną zwłokę czasową Qz przedstawia, że rozkład drgań parasejsmicznych układa się wzdłuż linii tworzącej połowę obwodu koła, co wskazuje na kołowy rozkład drgań.

1. Zastosowanie opisanego sposobu pozwala określić czy rozkład jest kołowy już po siedmiu odstrzałach i pomiarach przeprowadzonych w siedmiu punktach terenu na siedmiu kątach kierunkowych α .

2. Przy rozkładzie kołowym drgań zaobserwować można kierunki, na których wartość poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań jest mniejsza, niż na innych kierunkach. Szybka i poprawna interpretacja wyników przeprowadzonych pomiarów jest możliwa do uzyskania dzięki zastosowaniu opisanego sposobu. Umożliwia takie usytuowanie linii otworów strzałowych względem znajdujących na terenie objętym drganiami budynków lub chronionych budowli, aby propagacja drgań parasejsmicznych w miejscu ich zabudowy była jak najmniejsza.

3. Pomiary wartości poziomej radialnej wektora prędkości V_x drgań gruntu należy wykonywać dla kąta kierunkowego $\alpha=90^\circ$ i dla tych wartości prędkości obliczać strefę bezpieczną wobec drgań parasejsmicznych

Literatura

- [1] Chrzan T., Chrzan B., Rogosz K., Grzskowiak A., *Sposób określania wartości poziomej radialnej wektora prędkości drgań gruntu dla różnych odległości od źródła drgań* P.231683, opubl. 29.03.2019, WUP, 03/19
- [2] Chrzan T., *Sposób określania wartości poziomej radialnej wektora prędkości drgań gruntu dla różnych wielkości masy ładunków materiałów wybuchowych*. Zgłoszenie Patentowe 436304, październik, 2021
- [3] Skala Wpływów Dynamicznych PN-B-02170:2016-12