

ZALEŻNOŚĆ AMPLITUDY FAL SEJSMICZNYCH OD WIELKOŚCI ŁADUNKÓW ORAZ ICH WPLYW NA AMPLITUDOWE CHARAKTERYSTYKI GRUPOWANIA

UKD 550.834:622.235.5:552.542;552.524:552.577

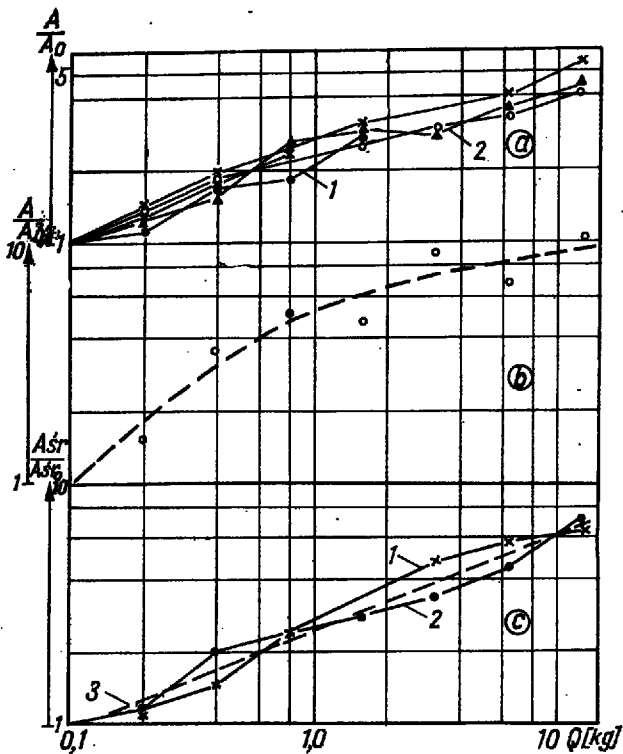
W ostatnich latach poświęcono szereg prac zagadnieniu generacji fal sejsmicznych, a w szczególności badaniu zależności między wielkością amplitudy a ładunkiem. Spośród nich należy wymienić prace następujących autorów: Gaskella (4), O'Briena (13), Gurwicza (16), Gurwicza i Czao-Bina (7), Michota (10), Kovacha i in. (8), Wertha i Herbst (16), Mołotowej (11), Springera (15), Carpentera (3). Większość tych prac dotyczy badania zależności wielkości rejestrowanej fali załamanej od wielkości ładunku. O ile autorowi wiadomo tylko Gurwicz i Czao-Bin (7) zajmowali się eksperymentalnym badaniem zależności amplitudy fal refleksyjnych od wielkości ładunku. Nieliczna grupa badaczy zajmowała się ponadto związkami istniejącymi między widmami powstających fal, a wielkością stosowanych ładunków (10, 11, 12, 1).

Wykonane przez Gurwicza (6) oraz Gurwicza i Czao-Bina (7) badania wykazały, że między wielkością amplitudy powstającej fali, a wielkością ładunku istnieje następujący związek:

$$A = b Q^m / Q \quad (1)$$

gdzie: b — współczynnik proporcjonalności,
 Q — wielkość ładunku,
 m — współczynnik określający związek między amplitudą a wagą ładunku.

Jak wykazały prace Gurwicza i Czao-Bina współczynnik m ulega zmianie wraz ze zmianą wielkości ładunku, nasycenia skały wodą. I tak w przedziale ładunków od 0,1 do 25,6 kg współczynnik ten dla fal refleksyjnych zależy od rodzaju skały, w jakiej prowadzone są prace strzałowe, zmieniać się może w przedziale $1 \leq m \leq 0,25$. Na ryc. 1a zestawiono uzyskane przez Gurwicza i Czao-Bina (7) krzywe zależności wielkości amplitudy od ładunku podczas wzbudzania fal refleksyjnych w siwych łach na głębokości 15 m, przy różnym ustawieniu filtrów w aparaturze sejsmicznej. Z ryciny widać, iż przy mniejszych ładunkach obserwuje się nieco większy współczynnik m , a przy większych mniejszy. Średnia wielkość współczynnika m przy zmianie ładunku od 0,1 do 12,8 kg wynosi około 0,3. O wiele silniejsze zmniejszanie się współczynnika m wraz z wielkością ładunków obserwuje się w przypadku prowadzenia prac strzałowych w strefie małych prędkości (ryc. 1b).



Ryc. 1. Zależność wielkości amplitudy znormowanej do ładunku o wadze $Q = 0,1$ kg od wielkości ładunku otrzymane dla tej samej lokalizacji (wg Gurvič, 1962). a — dla refleksów otrzymanych w siwych łach przy głębokości odpalania ładunków $h = 15$ m. Krzywe 1 i 2 otrzymane zostały przy różnych filtracjach dla refleksu $t_0 = 1,4$,

a pozostałe krzywe dla refleksu $t_0 = 0,7$ sek. b — dla refleksu $t_0 = 0,7$ sek. otrzymanego przy odpalaniu ładunku w strefie małych prędkości $h = 5$ m. c — stosunek średniej wielkości amplitudy dla fal nieregularnych dla dwóch różnych przedziałów: 1 — od 0,8 do 1,0 sek., 2 — od 1,1 do 1,4 sek., 3 — średnia.

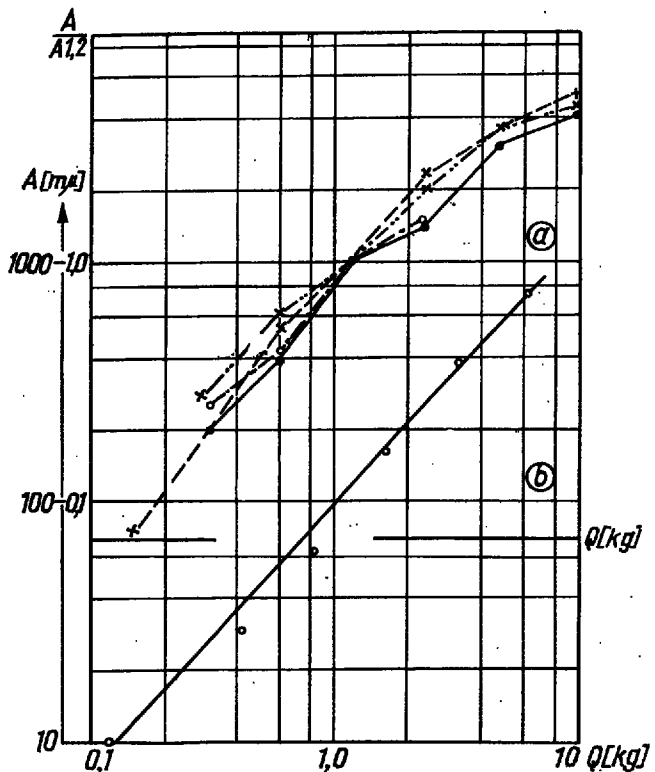
Fig. 1. Dependence of value of amplitude normalized to a charge having $Q = 0,1$ kg, upon the magnitude of charge, obtained for the same location (according to Gurvič, 1962).

a — for reflexes obtained in grey clays at a depth of firing, when $h = 15$ m. Curves 1 and 2 have been obtained under condition of various filtrations for the reflex $t_0 = 1,4$, other curves for the reflex $t_0 = 0,7$ sec., b — for the reflex $t_0 = 0,7$ sec. obtained during firing within the zone of low velocities $h = 5$ m. c — relation of average magnitude of amplitude for irregular waves for two different intervals: 1 — from 0,8 to 1,0 sec. 2 — from 1,1 to 1,4 sec., 3 — average.

Zestawiony na ryc. 1b wykres został uzyskany w tym samym miejscu, co i ryc. 1a przy wzbudzeniu fal na głębokości 4–5 m. Z wykresu widać, że przy niewielkiej wadze ładunku (do 0,4 kg) współczynnik m jest bliski jedności. Przy dalszym wzroście ładunku wykładnik m szybko maleje i przy ładunku Q większym od 3 kg przyjmuje nawet wartości mniejsze od 0,25.

Z drugiej strony wydaje się, że dane przedstawione przez Gurwicza i Czoa-Bina (7) oraz przez Gurwicza (6) wykazują do zawiązania zależności współczynnika m od Q . Porównanie np. wykresu $m(Q)$, uzyskane przez Gurwicza (6) z podobnym wykresem uzyskanym przez Kovacha i innych (8) wskazuje, że w pierwszym przypadku (ryc. 2a) obserwujemy wyraźne zmniejszanie się współczynnika m wraz ze wzrostem ładunku ($0,15 \leq Q \leq 0,6$ kg), a w drugim przypadku utrzymuje się zależność liniową (ryc. 2b).

Oba pomiary wykonane zostały podczas wzbudzenia fal na powierzchni ziemi. Niemniej jednak stwier-



Ryc. 2. Zestawienie zależności wielkości amplitudy od wielkości ładunku przy strzałach na powierzchni.

a — amplitudy znormowane do ładunku $Q = 1,2$ kg (wg Gurvič, 1959). b — amplitudy rzeczywiste w $m\mu$ (wg Kovach i inni, 1963).

Fig. 2. Comparison of dependence of amplitude magnitude upon the value of charges in surface shooting a — amplitudes normalized to a charge $Q = 1,2$ kg (according to Gurvič, 1959), b — real amplitudes in $m\mu$ (according to Kovach and others, 1963).

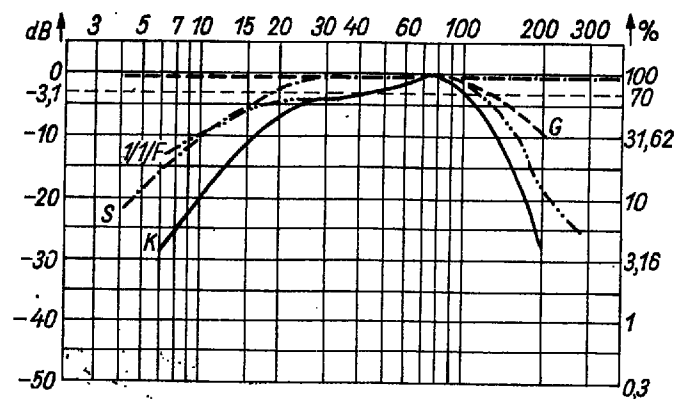
dzić należy, iż wielkość współczynnika m na pewno maleje wraz ze wzrostem ładunku i wskazują na to prawie wszystkie wykonane dotychczas prace eksperymentalne; istnieje jednak problem, w jaki sposób i przy jakich wielkościach ładunków. Można tu jeszcze dodać, że jak wykazał Gurwicz (6), na podstawie danych uzyskanych przez Rixmanna (14) obserwuje się mniej wyraźną zależność pomiędzy współczynnikiem m od Q dla skał nasyconych wodą niż dla skał suchych.

Omówione zależności posiadają zasadnicze znaczenie dla doboru optymalnej metodyki generowania fal sejsmicznych, zwłaszcza z zależnościami tymi wiąże się efektywność stosowania grupowania otworów strzałowych ze względu na otrzymaną charakterystykę amplitudową. Gurwicz (6) podał zależność określającą amplitudową charakterystykę dla grupowania otworów strzałowych:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i^{m(Q)}}{\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right)^{m(Q)}} \quad [2]$$

W przypadku grupowania ładunków o jednakowej wielkości i przy założeniu, że w przedziale rozważanych ładunków współczynnik m nie zależy od wielkości ładunku, wyrażenie powyższe uproszczy się do:

$$S = n^{1-m} \quad [3]$$



Ryc. 3. Charakterystyki częstotliwościowe geofonu (S), wzmacniacza (1/1/F), galwanometru (G) oraz całego kanału sejsmicznego (K) zestawione dla szwedzkiej aparatury sejsmicznej.

Fig. 3. Frequency characteristics of geophone (S), amplifier (1/1/F), galvanometer (G) and of the complete seismic channel (K), presented for Swedish seismic apparatus.

Tabela I

Kanał nr	Stopień wzmocnienia %	Wielkość nadawanych sygnałów w μV	Srednia wielkość $\mu V/mm$	Srednia poprawiona wielkość $\mu V/mm$
1	2	3	4	5
1	4	100		
2	4	100, 70	4,37	4,60
3	6	60, 70		
4	6	60, 40	2,93	2,93
5	10	30, 40		
6	10	30, 25	1,71	1,80
7	15	20, 25		
8	15	20, 15, 10	1,08	1,10
9	25	10, 15, 8	0,62	0,69
10	40	6, 8	0,34	0,42
11	60	4, 6, 2	0,30	0,26
12	100	4, 2	0,24	0,16

Jak już wspomniano przy małych wielkościach Q współczynnik m jest na ogół większy od tego współczynnika m dla dużych ładunków. Fakt ten powoduje, że w niektórych przypadkach grupowanie małych ładunków zamiast jednego dużego może być niekorzystne ze względu na wielkości powstających amplitud (6). Najczęściej omówiona powyżej zależność $m(Q)$ powoduje, iż dla określonej wielkości ładunku otrzymuje się najkorzystniejszą (optymalną) amplitudową charakterystykę grupy. Podkreślić tu jednak należy, iż omawiany efekt amplitudowej charakterystyki grupowania nie ma nic wspólnego z kierunkową charakterystyką grupowania i działa od niej niezależnie.

Uzyskane w ten sposób amplitudowe charakterystyki uwzględniają tylko zależności $m(Q)$ dla tej samej fali. Praca Gurwicza i Cza-Bina (7) wykazała, że istnieją również dla tych samych warunków różnice w zależności $m(Q)$ dla fal różnego typu. Na ryc. 1c zestawiono zależności $m(Q)$ dla występujących na sejsmogramach nieregularnych fal zakłócających, zawartych pomiędzy refleksjami, na podstawie których zestawiono ryc. 1a. Porównując ryc. 1a i 1c zaobserwować można, że podczas wzbudzenia fal w otworach strzałowych średni poziom amplitudy zakłóceń przypadkowych wzrasta w rozpatrywanym przykładzie szybciej od amplitudy fal refleksyjnych.

Na sejsmogramach refleksyjnych oprócz zakłóceń przypadkowych występują również zakłócenia złożone z najrozmaitszego rodzaju fal regularnych, wśród których dużą grupę stanowią fale powierzchniowe i podpowierzchniowe. Jak wykazały dotychczasowe badania należy się spodziewać, że wielkość współczynnika m dla różnych warunków budowy geologicznej oraz różnych fal może być różna. Mając na względzie ten problem wykonano zestawienie wielkości współczynnika m dla fal refleksyjnych i regularnych fal zakłócających, uzyskanych w warunkach generowania fal sejsmicznych w marglach, lessach i torfach (2).

W czasie prac prowadzonych na obszarze występowania margli i lessów ładunki MW odpalane były w otworach o głębokości około 15 m, a w torfach w płytkich otworach strzałowych o głębokości około 2 m. Rejestrację wykonywano geofonem pojedynczym lub ich grupą, znajdującą się w odległości 100 m od PS. Grupa geofonów składała się z 24 geofonów usytuowanych w dwóch rzędach pod kątem 30° do kierunku profilu. Odległości pomiędzy grupowanymi geofonami wynosiły 5 m. Rejestrowana energia zapisywana była szwedzką aparaturą (filtracja 1/1/F) przy

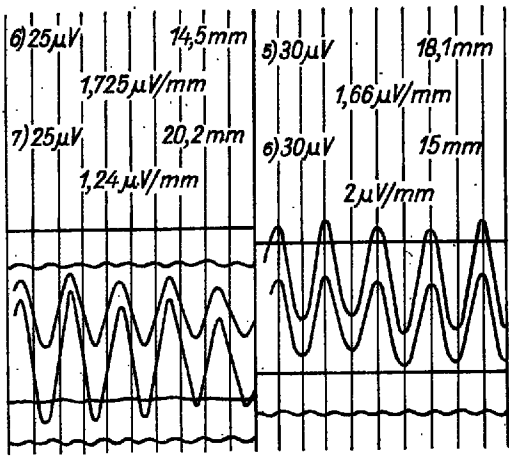
wzmocnieniach ustawionych wg tabeli I (kolumna 1 i 2). Stosowane charakterystyki kanału sejsmicznego zestawione zostały na ryc. 3.

W pierwszej kolejności przed przystąpieniem do opracowania uzyskanych sejsmogramów wykonano kalibrację aparatury sejsmicznej (5, 9). W tym celu na wejście wzmacniaczy nadawano sygnały o częstotliwości 40 c/sek z amplitudami, zmieniającymi się od 2 do 100 μV (tab. I — kolumna 3). W wyniku otrzymano sejsmogram (ryc. 4a), na którym opisany został związek między wielkością sygnału na wejściu a amplitudą zapisu na sejsmogramie przy określonych wzmocnieniach. W 4 kolumnie tab. I zestawiono średnie wielkości sygnałów w stosunku do odpowiadających im amplitud ($\mu V/mm$). Następnie zestawiono wykres ilustrujący zależność między wielkością stosunku $\mu V/mm$ (kolumna 4) w zależności od stopnia wzmocnienia (kolumna 2). Otrzymany w ten sposób wykres przedstawiony został na ryc. 4b, z którego wynika, że chociaż uzyskane punkty dają pewien rozrzut, to jednak dość dokładnie udaje się przeprowadzić przez nie uśredniającą linię prostą. Najbardziej od linii prostej odbiegają punkty, uzyskane przy dużych wzmocnieniach. Należy przypuszczać, że spowodowane to jest zakłóceniami oraz mniejszą dokładnością pomiarów małych sygnałów. Z wykresu tego dla określonych wzmocnień odczytano następnie wielkości stosunku $\mu V/mm$, które stosowane były w czasie opracowywania zarejestrowanych sejsmogramów (tab. I — kolumna 5).

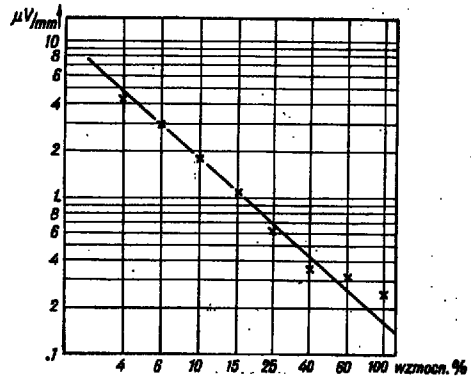
Opracowywane sejsmogramy otrzymano w wyniku odpalania ładunków dobranych w taki sposób, aby prowadząc rejestrację na wzmocnieniach ustawionych jak w tab. IV uzyskać sejsmogramy, pozwalające na złożenie czytelnych zapisów w całym przedziale interesujących czasów (do około 3—4 sek). Stosowano więc na ogół następujący dobór wielkości ładunków, liczonych w stosunku do ładunku podstawowego, stosowanego w danym obszarze podczas prowadzonych prac refleksyjnych:

1 — 1%,	4 — 50%,
2 — 10%,	5 — 100%,
3 — 30%,	6 — 200%.

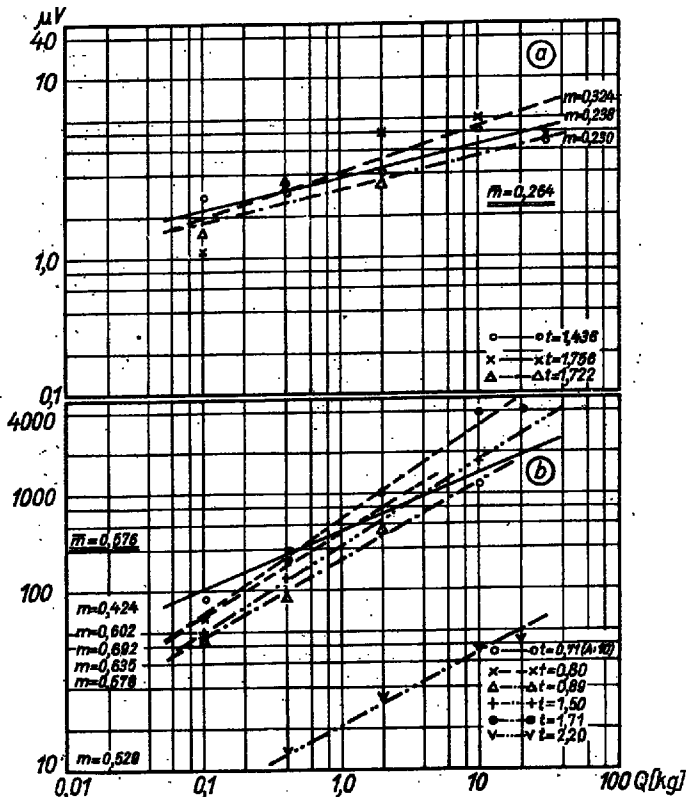
Z otrzymanych przy różnych ładunkach sejsmogramów odczytywano wielkości amplitud w mm, poprawiano je ze względu na różną czułość kanałów, a następnie przeliczono wg danych tab. I (kolumna 5) na μV . Otrzymane w ten sposób wartości zestawiono w podwójnie logarytmicznej skali w wykresy, obrazu-



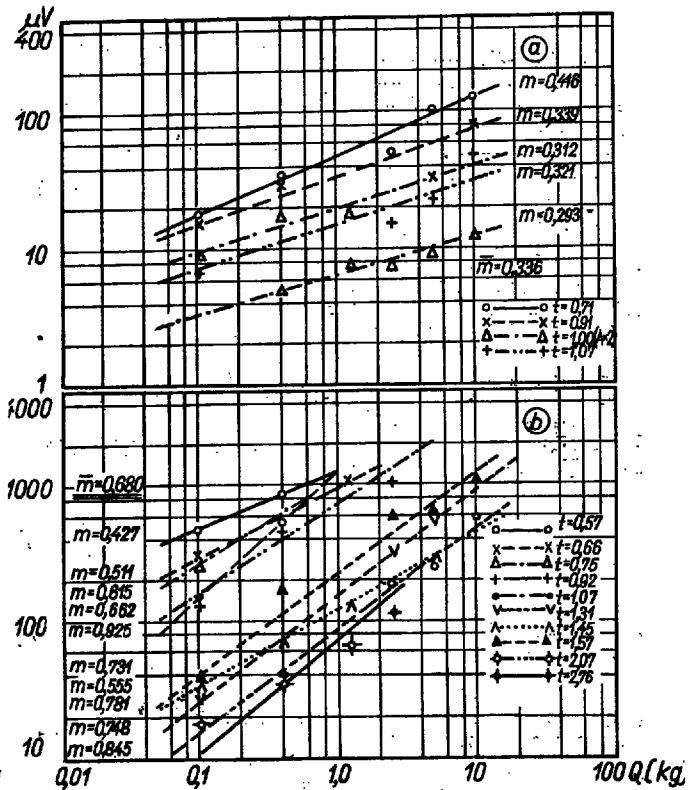
Ryc. 4a. Część sejsmogramu stanowiącego podstawę kalibracji aparatury.
Fig. 4a. Part of a seismogram being a basis for calibration of the apparatus.



Ryc. 4b. Wykres kalibracyjny aparatury sejsmicznej podający zależność między wzmocnieniem a ilością $\mu\text{V/mm}$ zapisu sejsmicznego.
Fig. 4b. Calibration diagram of seismic apparatus, giving the dependence between amplification and quantity of $\mu\text{V/mm}$ of seismic record.



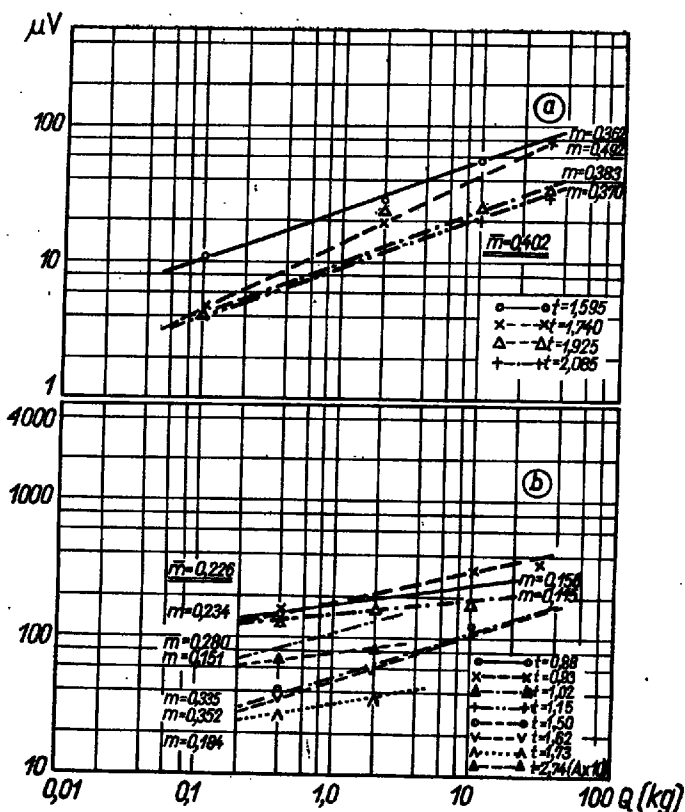
Ryc. 5a. Zależność amplitudy fal od wielkości ładunków dla margli. Rejestracja geofonem pojedynczym.
Ryc. 5b. Zależność amplitudy fal od wielkości ładunków dla margli. Rejestracja z grupowaniem geofonów.
Fig. 5a. Dependence of wave amplitude upon the magnitude of charges for marls. Recording by means of single geophone.
Fig. 5b. Dependence of wave amplitude upon the magnitude of charges for marls. Recording by means of geophone grouping.



Ryc. 6a. Zależność amplitudy fal od wielkości ładunków dla torfów. Rejestracja geofonem pojedynczym.
Ryc. 6b. Zależność amplitudy fal od wielkości ładunków dla torfów. Rejestracja z grupowaniem geofonów.
Fig. 6a. Dependence of wave amplitude upon magnitude of charges for peats. Recording by means of single geophone.
Fig. 6b. Dependence of wave amplitude upon magnitude of charges for peats. Recording by means of geophone grouping.

jące zależność wielkości amplitudy wyrażonej w μV w funkcji wielkości ładunków. Wykresy takie zestawiono dla fal zarejestrowanych w rejonie występowania margli (ryc. 5a i 5b), w rejonie torfowym (ryc. 6a i 6b) oraz lessowym (ryc. 7a i 7b). Dla wszystkich

trzech rodzajów budowy przypowierzchniowej zestawiono zależności dla rejestracji, przeprowadzonych na pojedynczych geofonach (ryc. 5a, 6a i 7a) oraz dla rejestracji wykonanych z grupowaniem geofonów (ryc. 5b, 6b i 7b).



Ryc. 7a. Zależność amplitudy fal od wielkości ładunków dla lessów. Rejestracja geofonem pojedynczym.

Ryc. 7b. Zależność amplitudy fal od wielkości ładunków dla lessów. Rejestracja z grupowaniem geofonów.

Fig. 7a. Dependence of wave amplitude upon magnitude of charges for loesses. Recording by means of single geophone.

Fig. 7b. Dependence of wave amplitude upon magnitude of charges for loesses. Recording by means of geophone grouping.

Do zestawienia zależności wielkości amplitudy od ładunku dla rejestracji uzyskanych na pojedynczych geofonach wykorzystano intensywne fale, jakie udało się wyznaczyć na sejsmogramach. Przypuszczać, należy, iż do obliczeń wykorzystano przede wszystkim fale powierzchniowe i podpowierzchniowe.

Dla rejestracji uzyskanych w wyniku prac z grupowaniem geofonów przeprowadzono czasowe powiązanie zarejestrowanych fal z sejsmogramami refleksyjnymi, a do zestawienia zależności wielkości amplitudy od ładunku wykorzystano w rejonie występowania margli i torfów jedynie fale refleksyjne. Nieco gorzej wygląda zagadnienie w rejonie lessowym, gdzie analiza fal była trudniejsza do wykonania i nie ma całkowitej pewności, czy wykorzystane do zestawienia zależności wielkości amplitudy od ładunku fale są rzeczywiście wszystkie refleksami.

Na ryc. 5a przedstawiono zależności wielkości amplitudy fal od wielkości ładunku zestawione dla margli w przypadku prowadzenia rejestracji pojedynczym geofonem. Z rycin tej widać, że obliczone współczynniki, określające zależność amplitudy od wielkości ładunku wahają się dla badanych fal w przedziale 0,23–0,32. Średnia wielkość tego współczynnika, obliczona dla trzech przypadkowo wybranych fal wynosi 0,26.

Na ryc. 5b przedstawiono podobne zależności uzyskane w przypadku grupowania 24 geofonów na kanał. Obliczone w tym przypadku współczynniki są większe i zawarte w przedziale 0,42–0,69. Średnia

wielkość m obliczona dla sześciu analizowanych fal refleksyjnych wynosi 0,58.

Na ryc. 6a przedstawiono zależność wielkości amplitudy fal od wielkości ładunku, zestawioną dla torfów w przypadku prowadzenia prac pojedynczym geofonem, a na ryc. 6b grupą geofonów. W tym przypadku otrzymane zostały nieco wyższe wielkości współczynników, niż dla margli. Dla pojedynczego geofonu obliczona średnia dla czterech fal wynosi 0,34, a dla fal refleksyjnych (grupowanie) 0,68.

Zupełnie inna zależność wielkości amplitudy od wagi ładunku otrzymana została dla rejonu lessowego (ryc. 7a i 7b), gdyż tu otrzymano większą wartość współczynnika dla fal rejestrowanych bez grupowania, niż z grupowaniem. Średnia wielkość współczynnika określona dla czterech fal przy rejestracji pojedynczym geofonem wynosi około 0,40, a dla fal otrzymanych z grupowaniem 0,23.

Otrzymane wielkości współczynników zależności amplitudy od wielkości ładunku „ m ” dla badanych rejonów są bardzo interesujące z praktycznego punktu widzenia*. Z uzyskanych rezultatów (tab. II) wysnuć można wniosek, iż w rejonie występowania margli i torfów intensywność fal refleksyjnych wraz ze wzrostem ładunku rośnie szybciej, niż koherentnych fal zakłócających. Natomiast w rejonie lessowym występuje zależność odwrotna, a mianowicie wielkość amplitud regularnych fal zakłócających wraz ze wzrostem ładunku rośnie szybciej od fal refleksyjnych. Wspomnieć jeszcze należy, iż badania polowe zlokalizowane zostały w podobnych warunkach wstępnej budowy geologicznej, co sugeruje, że uzyskane różnice w wielkościach współczynnika „ m ” związane są przede wszystkim z warunkami geologicznej budowy utworów przypowierzchniowych (warunki generacji fal).

Tabela II

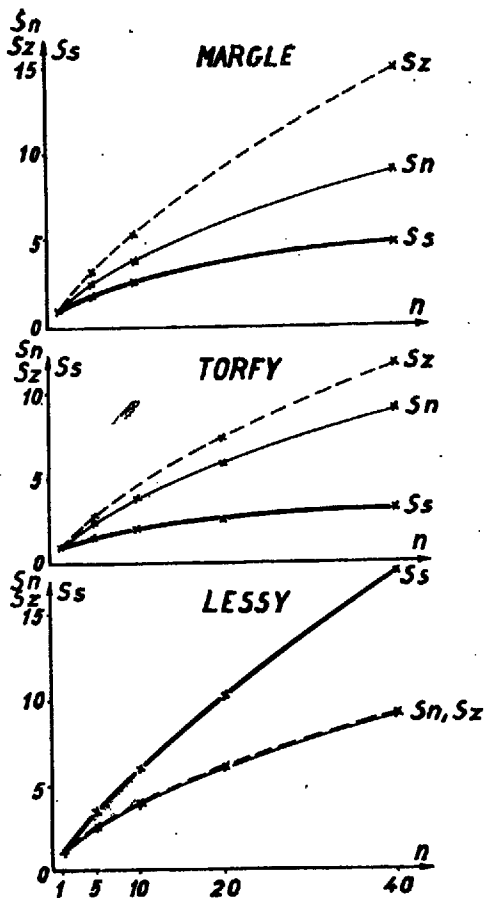
ŚREDNIE WIELKOŚCI WSPÓLCZYNNIKÓW „ m ”

Budowa przypowierzchniowa	Geofony pojedyncze	Grupowanie 24 geofonów
margle	0,26	0,58
torfy	0,34	0,68
lessy	0,40	0,23

Na podstawie wyrażenia [3] obliczono i zestawiono w formie wykresów krzywe, obrazujące w jaki sposób wpływa wzrost ilości grupowanych otworów na wielkość amplitudy fal refleksyjnych i zakłócających. Obliczenia przeprowadzono dla współczynników otrzymanych dla margli, torfów i lessów (tab. II) dla określonej wielkości ładunku ($Q = 40$ kg). Otrzymane z obliczeń krzywe zestawiono na ryc. 8a. Widać z nich, iż w przypadku margli i torfów zastosowanie grupowania otworów strzałowych wprowadza silniejszy wzrost amplitudy fal zakłócających (S_z), niż fal refleksyjnych (S_r). Z kolei w rejonie lessowym obserwuje się zależność odwrotną. Zastosowanie grupowania otworów strzałowych powoduje silniejszy wzrost amplitudy fal refleksyjnych w stosunku do regularnych fal zakłócających.

Jak wiadomo, oprócz regularnych fal zakłócających występują również nieregularne fale zakłócające. W niniejszym artykule nie zajmowano się badaniem związków, istniejących dla tej grupy fal między wielkością amplitudy powstających fal, lecz wielkością stosowanych ładunków. W związku z tym

*Wykonane przez Mołotową prace (11) wykazały, że współczynnik „ m ” zależy ponadto od wielkości ładunku oraz od częstotliwości.



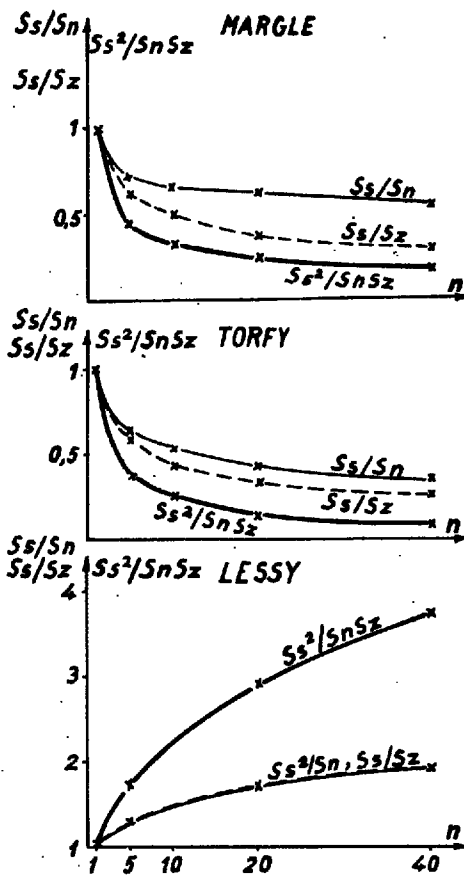
Ryc. 8a. Zestawienie amplitudowych charakterystyk dla regularnych fal zakłócających (S), nieregularnych fal zakłócających (S_n) i dla fal refleksyjnych (S_s) w zależności od ilości grupowanych otworów (n) przy tej samej wielkości sumarycznego ładunku $Q_\Sigma = 40$ kg.

Fig. 8a. Comparison of amplitude characteristics for regular disturbing waves (S), irregular disturbing waves (S_n) and reflection waves (S_s), depending upon quantity of grouped shot holes (n), under conditions of the same amount of total charge ($Q_\Sigma = 40$ kg).

w przedstawionym na ryc. 8a przykładzie obliczonych wg wyrażenia [3] amplitudowych charakterystyk przyjęto, że we wszystkich trzech rozpatrywanych przypadkach budowy utworów przypowierzchniowych istnieje taka sama i stała zależność przyrostu amplitudy zakłóceń nieregularnych wraz ze wzrostem ładunku. Wielkość tego współczynnika ($m = 0,41$) określono wg danych (ryc. 1c) opublikowanych przez Gurwiczę i Czał-Bina (7). Oczywiście przyjęta do obliczeń amplitudowych charakterystyk grupowania wielkość współczynnika m dla nieregularnych fal zakłócających, występujących w rejonie margli, torfów i lessów może być niesłuszna.

Z ryc. 8a widać, że w rejonie występowania margli i torfów przyrost amplitud fal zakłócających (regularnych i nieregularnych) wraz ze wzrostem ilości grupowanych otworów strzałowych jest szybszy, niż przyrost amplitud fal refleksyjnych, co oczywiście przekreśla celowość stosowania grupowania. W rejonie lessowym obserwuje się zależność odwrotną. Wraz ze wzrostem ilości grupowanych otworów strzałowych, przy tej samej wielkości ładunku sumarycznego, otrzymuje się szybszy przyrost amplitud fal refleksyjnych (S_s), niż zakłócających (S_n i S_z).

W praktyce na ogół występuje szereg różnych fal. Jeżeli dla wszystkich typów tych fal istnieje znana



Ryc. 8b. Zestawienie stosunków amplitudowych charakterystyk grupowania S_s/S_z i S_s/S_n oraz iloczynu tych stosunków $[S_s]^2/S_n S_z$ w zależności od ilości grupowanych otworów (n) przy tej samej wielkości sumarycznego ładunku ($Q_\Sigma = 40$ kg).

Fig. 8b. Comparison of relations of amplitude characteristics of grouping S_s/S_z and S_s/S_n and of the product of these relations $[S_s]^2/S_n S_z$ depending upon the quantity of the shot hole grouped (n) under conditions of the same amount of total charge ($Q_\Sigma = 40$ kg).

zależność współczynnika m od wielkości ładunku Q problem doboru optymalnej ilości grupowanych otworów strzałowych jest możliwy, komplikuje się jednak o tyle, że w rozważaniach konieczne jest uwzględnienie wszystkich typów fal zakłócających. Jest to możliwe do rozwiązania w przypadku obliczenia stosunków amplitudowej charakterystyki grupowania dla fal refleksyjnych do podobnych charakterystyk dla fal zakłócających, a następnie obliczenia iloczynów tych stosunków. Ilość otworów strzałowych, przy której uzyskuje się maksimum w przebiegu krzywej iloczynu tych stosunków podaje optymalne warunki grupowania.

W analizowanym przypadku obliczono stosunek S_s/S_z i S_s/S_n , a następnie ich iloczyn $S_s^2/S_n S_z$. Obliczone w ten sposób krzywe przedstawione zostały na ryc. 8b.

Z krzywych obliczonych dla margli i torfów widać, że maksimum uzyskuje się w przypadku prowadzenia prac strzałowych w pojedynczych otworach. Z kolei dla lessów omawiana krzywa wraz ze wzrostem ilości grupowanych otworów przyjmuje coraz większe wartości. W praktyce przyjmuje się oczywiście ograniczoną ilość grupowanych otworów, która wynika z dodatkowej analizy przesłanek metodycznych, technicznych i ekonomicznych.

W zestawionych na ryc. 8a i 8b obliczeniach założono stałą zależność $m(Q)$, co w praktyce nie jest na ogół w pełni obowiązujące. Przyjęcie do obliczeń zmiennej wielkości współczynnika m może spowodować bardziej złożone przebiegi krzywych S_s , S_z i S_n (istnienie maksimów), co z kolei może doprowadzić w skrajnym przypadku do istnienia na krzywej iloczynu $[S_s]^2/[S_z S_n]$ nawet kilku maksimów.

Należy jednak podkreślić, iż omawiany efekt nie ma nic wspólnego z kierunkową charakterystyką grupowania i działa on niezależnie od niej. Z uzyskania niekorzystnych krzywych (ryc. 8a i 8b) dla margli i torfów wcale nie wynika, że w warunkach tych nie trzeba grupować. Omówiony bowiem efekt jest tylko jednym z elementów, który powinien być brany pod uwagę w czasie prowadzenia prac polowych.

WNIOSKI

Z przedstawionej pracy wynika, że:

1. Zależnie od warunków, w jakich prowadzone są prace strzałowe, może występować różna zależność między wielkością amplitudy powstających fal, a wielkością ładunku. Mogą także istnieć różne wielkości współczynników m dla fal odbitych, powierzchniowych i podpowierzchniowych oraz dla fal nieregularnych, rejestrowanych w tych samych warunkach.

2. Biorąc pod uwagę różną zależność między przyrostem amplitudy fal refleksyjnych a fal zakłócających (koherentnych i niekoherentnych) wraz ze zmianą wielkości stosowanych ładunków istnieje możliwość wykorzystania tego zjawiska do zwiększenia stosunku sygnału do zakłócenia przez zastosowanie grupowania. Zastosowanie grupowania jest uzasadnione jedynie tylko wówczas, gdy współczynniki m dla fal refleksyjnych są mniejsze niż dla fal zakłócających. Mamy tu jednak do czynienia z charakterystyką amplitudową, a nie kierunkową.

3. Dobór optymalnej ilości grupowanych ładunków może być wykonany przez obliczenie stosunku $[S_s]^2/[S_z S_n]$. Maksimum tej krzywej podaje optymalną dla danej wielkości ładunku Q_z ilość grupowanych otworów n . Chcąc przeprowadzić bardziej dokładną analizę konieczne jest przy obliczeniach S_s , S_n i S_z zastosowanie faktycznych dla danych ładunków

$$Q_i \left(Q_i = \frac{Q_z}{n} \right)$$

wielkości współczynników m ($m = m(Q)$).

4. Dotychczas opublikowano bardzo mało danych, dotyczących zależności wielkości amplitudy różnych rodzajów fal od wielkości zastosowanego ładunku (w zakresie ładunków stosowanych w sejsmicie refleksyjnej). Nie ulega jednak wątpliwości, iż istnieje celowość prowadzenia badań dla określenia tej zależności dla różnych rodzajów fal, generowanych w różnych warunkach założenia ładunków (litologia, nasycenie skał wodą itp.).

SUMMARY

After introducing the reader into the so far obtained dependences between the value of amplitude of reflection waves, surface and incoherent waves, and the size of charge, as well as after introducing a notion of amplitude characteristics of shot hole grouping, the author presents his own results as to the dependence existing between the value of amplitude and the charge for marls, loesses and peats. As concerns both marls and peats, the results show that faster increase may be observed with an increase in charge of amplitude of reflection waves than of disturbing waves, whereas for loesses the situation is a reverse one. To obtain a useful amplitude characteristic, we may select the optimum quantity of grouped shot holes by making an analysis of the curve of a ratio $[S_s]^2/S_z S_n$. The presence of a maximum on the curve (when $n > 1$) points to a purposefulness of applying the shot hole grouping.

1. Aptikajew F. F. — Parametry siejsmicznych kolebanij wozbuzdennych wzywow. Eksperiment, siejsmika. Tr. Inst. Fiz. Ziemli, 1964, nr 32 (199).
2. Banaś H. — Badanie dynamicznych parametrów kanału sejsmicznego, makrosejsm naturalnych, zależności pomiędzy wielkością amplitudy i ładunkiem oraz charakterystyki reakcji ziemi. Arch. IFPG, 1965.
3. Carpenter E. W. — Telesismic Signals Calculated for Underground, Underwater and Atmospheric Explosions, Geophysics, 1967, No. 1.
4. Gaskell T. F. — The Relation between Size of Charge and Amplitude of Refracted Wave. Geoph. prospect., 1956, No. 2.
5. Graebner R. I. — Seismic Data Enhancement — a Case History. Geophysics, 1960, No. 1.
6. Gurwicz I. I. — K teorij grupirowanija wzywow pri siejsmorazwedkie. Příklad: geofiz. Wyp. 29.
7. Gurwicz I. I., Czao-Bin — O zawisimosti amplitudy siejsmicznych kolebanij ot wlesa zarjada. Razw. i prom. geofiz., 1962, wyp. 44.
8. Kovach R. L., Lechner F., Miller R. — Experimental Ground Amplitudes from Small Surface Explosions. Geophysics, 1963, No. 5.
9. Limon A. C. — Techniques of Seismic Recording. Ibidem, 1964, No. 8.
10. Michota G. G. — Riezultaty niekotorych opytow po izuczeniju zawisimosti intensiwnosti i czastotnoju spiektra siejsmicznych kolebanij ot wlesa zarjada. Głubinnoje Siejsmiczeskoje Sondirowanije Ziemnoj Kory w SSSR. Sbor. dokl. 1962.
11. Mołotowa L. W. — O zawisimosti czastotnych spiektrow siejsmicznych kolebanij ot usłowij wzywa. Izw. AN SSSR, Sier. geofiz. 1964, nr 12.
12. Neresow I. L., Nikolajew A. W. — K woprosu o zawisimosti preobladajuszczich czastot pri wzywach ot welicziny zarjada. Fizika Ziemletriasenij i siejsmika wzywow. Tr. Inst. Fiz. Ziemli 1962, nr 25 (192).
13. O'Brien P. N. S. — The Relationship between Seismic Amplitude and Weight of Charge. Geoph. prospect. 1957, No. 3.
14. Rixmann F. — Untersuchungen über die Abhängigkeit der Bodenbewegung bei Sprungungen von der Ladung. Ztschr. f. Geoph. 1935, H. 4/5.
15. Springer D. L. — P-Wave Coupling of Underground Nuclear Explosions. Bull. Seism. Soc. Am. 1966, No. 4.
16. Werth G. C., Herbst R. F. — Comparison of Amplitudes of Seismic Waves from Nuclear Explosions in Four Mediums. J. Geoph. Res. 1963,

РЕЗЮМЕ

В статье описываются полученные зависимости между величиной амплитуды отраженных, поверхностных и некогерентных волн и величиной заряда и рассматривается понятие амплитудной характеристики группировки. Далее приводятся собственные наблюдения в области определения зависимости между величиной амплитуды и зарядом для мергелей, лёссов и торфов. Полученные данные показывают, что в мергелях и торфах наблюдается более быстрое наращивание амплитуды отраженных волн с увеличением заряда, по сравнению с остальными волнами, в лёссах же наблюдается обратное явление. Определение оптимального количества группируемых скважин, необходимого для получения правильной амплитудной характеристики, можно производить путем анализа кривой отношения $[S_s]^2/S_z S_n$. При наличии на полученной кривой максимума при $n > 1$ целесообразно применять групповые взрывные скважины.