

MOŻLIWOŚĆ TLUMIENIA REFLEKSÓW WIELOKROTNYCH W METODZIE POKRYĆ WIELOKROTNYCH (CZ. II)

UKD 550.834

ENERGIA REZYDUALNA REFLEKSÓW WIELOKROTNYCH

Dla ilościowego określenia efektywności zastosowanego schematu wprowadzimy pojęcie średniej energii rezydualnej refleksów wielokrotnych (2). Jeżeli przez t oznaczymy czas przyjscia refleksu do geofonu umieszczonego na odciętej x , to równanie hydrografu fali odbitej od granicy zalegającej na głębokości h o prędkości V w nadkładzie tej granicy będzie następujące:

$$t^2 = \frac{(2h)^2 + x^2}{V^2} \quad [1]$$

Jeżeli t_0 jest czasem podwójnym odpowiadającym geofonowi usytuowanemu na punkcie strzałowym, to:

$$t_0 = \frac{2h}{V}$$

Możemy więc zapisać dalej:

$$t^2 = t_0^2 + \frac{x^2}{V^2}$$

$$t^2 - t_0^2 = (t - t_0)(t + t_0) = \frac{x^2}{V^2} \quad [2]$$

Jeżeli założymy, że z powodu małej różnicy między t i t_0 zapiszemy $t + t_0 \cong 2t_0$ i przez Δt oznaczymy $t - t_0$, to możemy równanie [2] wyrazić:

$$\Delta t = \frac{x^2}{2t_0 V^2} \quad [3]^*$$

Jeżeli rozważać będziemy hodograpy refleksu rzeczywistego i wielokrotnego o tym samym czasie rejestracji t_0 i w tym samym punkcie x , to możemy zapisać:

— dla refleksu wielokrotnego o prędkości rozchodzenia się V_w :

$$\Delta t_w = \frac{x^2}{2t_0 V_w^2}$$

— dla refleksu rzeczywistego o prędkości V_R :

$$\Delta t_R = \frac{x^2}{2t_0 V_R^2}$$

* Jest to wzór na poprawkę dynamiczną w formie przybliżonej.

Różnicę w krzywiznie (ryc. 7) obu refleksów oznaczmy przez Δt i otrzymamy:

$$\Delta t = \Delta t_w - \Delta t_R = \frac{x^3}{2t_0} \left(\frac{1}{V_w^3} - \frac{1}{V_R^3} \right) \quad [4]$$

Widzimy więc, że pozostałość krzywizny refleksu wielokrotnego po wprowadzeniu poprawki dynamicznej właściwej dla refleksu rzeczywistego zależy przede wszystkim od różnicy między prędkością refleksu rzeczywistego i refleksu wielokrotnego. Ponadto jest ona proporcjonalna do kwadratu odległości geofonu od punktu strzałowego i odwrotnie proporcjonalna do czasu rejestracji tych refleksów na punkcie strzałowym.

Równanie [4] można wyrazić również jako:

$$\Delta t = \frac{x^3}{2f} \alpha \quad [5]$$

jeżeli podstawimy

$$\alpha = \frac{f}{t_0} \left(\frac{1}{V_w^3} - \frac{1}{V_R^3} \right) \quad [6]$$

W ten sposób α jest parametrem charakteryzującym pewien refleks wielokrotny o częstotliwości pozornej f , zarejestrowany na czasie t_0 .

Wychodząc ze znanej funkcji sinusoidalnej typu

$$A = A_0 \cos 2\pi f \left(t - \frac{x}{V} \right)$$

przedstawimy amplitudę refleksu wielokrotnego w sposób następujący:

$$A = A_0 \cos 2\pi f \left(t - t_0 - \frac{x^3}{2t_0 V_w^3} \right) \quad [7]$$

gdzie: t_0 — jest czasem zarejestrowanym na punkcie strzałowym $x^3/2t_0 V_w^3$, jest to wartość krzywizny refleksu (inaczej Δt) zarejestrowanego przez geofon oddalony o x od punktu strzałowego. Po wprowadzeniu poprawek dynamicznych za pomocą prędkości odpowiedniej dla refleksów rzeczywistych otrzymamy:

$$A_d = A_0 \cos 2\pi f \left(t - t_0 - \frac{x^3}{2t_0 V_w^3} - \frac{x^3}{2t_0 V_R^3} \right)$$

$$A_d = A_0 \cos 2\pi f \left[t - t_0 - \frac{x^3}{2t_0} \left(\frac{1}{V_w^3} - \frac{1}{V_R^3} \right) \right] \quad [8]$$

$$A_d = A_0 \cos 2\pi f \left[\left(t - t_0 \right) - \frac{x^3 \alpha}{2t} \right] \quad [9]$$

A zatem widzimy, iż amplituda refleksu wielokrotnego po wprowadzeniu poprawek dynamicznych zachowuje w dalszym ciągu swoją periodyczność funkcji sinusoidalnej zależnej od x . Do sumowania w pokryciu wielokrotnym możemy dobrać więc kanały z takimi wartościami x , by sumowane były amplitudy przesunięte w fazie o wielkość optymalną.

Wartość energii takiego kanału sumarycznego będącego wynikiem dodania p pojedynczych kanałów pokrycia rzędu p będzie proporcjonalna do kwadratu jego amplitudy. Ponieważ wartość x we wzorze [8] dla każdego kanału wchodzącego do sumowania możemy zastąpić przez odstęp między kanałami d odległość punktu strzałowego od rozstawi i numer tego kanału, możliwe jest więc przedstawienie energii wypadkowej wyrażającej widoczność refleksów wielokrotnych na przekroju przy wielokrotnym pokryciu, również jako funkcję parametrów rozstawi geo-

fonów w stosunku do punktu strzałowego i wartości α .

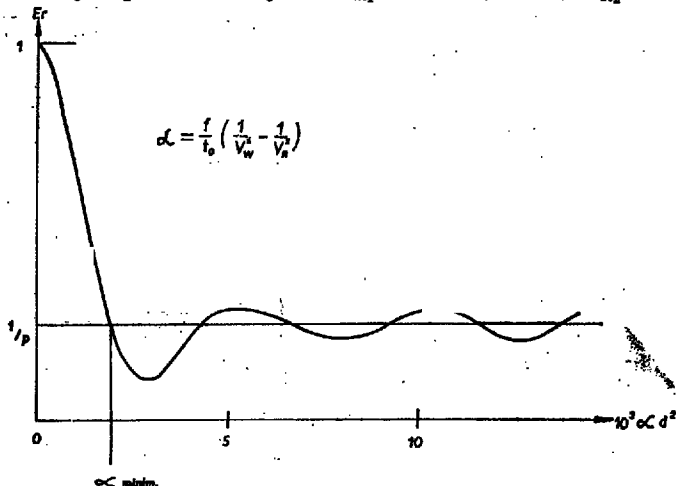
Pomniemy dość długie wyprowadzenie tej zależności (3), a omówimy jej obraz graficzny. Na osi rzędnych możemy odłożyć wartość średniej dla danego okresu energii rezydualnej E_r , a na osi odciętych wartości ad^3 , gdzie d oznacza odstęp między kanałami. Dla danego schematu strzelania o określonej odległości punktu strzałowego od rozstawi możemy przedstawić wykres krzywej (ryc. 12). Rycina ta przypomina wykresy obrazujące filtrację przetrzenną przy grupowaniu geofonów czy otworów strzałowych. Jeżeli grupowanie otworów czy geofonów pozwalało tłumić przede wszystkim fale nie-refleksyjne, a zwłaszcza fale powierzchniowe, to wielokrotne pokrycie zapewnia, oprócz poprzednich, również tłumienie refleksów wielokrotnych i fal dyfrakcyjnych.

Łatwo zauważyć, iż dla wartości $\alpha = 0$ odpowiadającej $V_w = V_R$ (tzn. gdy refleks wielokrotny zbiega się dokładnie z refleksem rzeczywistym) E_r osiąga wartość maksymalną. Dla wartości ad^3 coraz większych E_r oscyluje wokół linii, której wartość rzędnej równa się $\frac{1}{p}$, gdzie p jest liczbą określającą ilość

rejestracji pojedynczych, branych do sumowania. Dla optymalnego tłumienia refleksów wielokrotnych trzeba, aby wyliczone ad^3 było równe lub większe od pewnej wartości minimalnej, dla której wartość energii rezydualnej równa się $\frac{1}{p}$.

Jeśli $ad^3 < (ad^3)_{\min}$, to skuteczność tłumienia refleksów wielokrotnych będzie nie wystarczająca. Na ryc. 12 widzimy, że istnieje pewien przedział wartości ad^3 , przy których E_r osiąga wartość minimalną równą $\frac{1}{p^2}$. Jest to przedział szczególnie skutecznego tłumienia refleksów wielokrotnych.

Dla sprecyzowania korzyści takiego wykresu (ryc. 12) rozważmy przykład opisany już wyżej. Interesujący nas horyzont X rejestrowany jest w przedziale czasów $t_1 = 1,8$ sek do $t_2 = 2,2$ sek wzdłuż badanego profilu. Prędkość refleksów rzeczywistych w tym przedziale wynosi $V_{R1} = 3000$ m/sek do $V_{R2} =$



Ryc. 12. Zależność energii E_r niestłumionych refleksów wielokrotnych od parametrów ad^3 .

f — częstotliwość refleksu wielokrotnego, t_0 — czas jego rejestracji, V_w — prędkość średnia do horyzontu będącego źródłem refleksów wielokrotnych, V_R — prędkość średnia dla refleksu rzeczywistego na czasie t_0 .

Fig. 12. Dependence of E_r energy of undamped multiple reflexes upon ad^3 parameters.

f — frequency of multiple reflex, t_0 — time of its recording, V_w — mean velocity to the horizon that is a source of multiple reflexes, V_R — mean velocity for actual reflexes at the time t_0 .

= 3200 m/sek, zaś prędkość refleksów dwukrotnych od horyzontu J zmienia się od $V_{W1} = 2400$ m/sek do $V_{W2} = 2600$ m/sek. Refleksy wielokrotne cechują się częstotliwością pozorną $f = 30$ 1/sek. Zrobimy wyliczenia wg następujących zależności:

$$a_{11} = \frac{f}{t_1} \left(\frac{1}{V_{W1}^2} - \frac{1}{V_{R1}^2} \right)$$

$$a_{12} = \frac{f}{t_1} \left(\frac{1}{V_{W1}^2} - \frac{1}{V_{R2}^2} \right)$$

$$a_{21} = \frac{f}{t_2} \left(\frac{1}{V_{W2}^2} - \frac{1}{V_{R1}^2} \right)$$

$$a_{22} = \frac{f}{t_2} \left(\frac{1}{V_{W2}^2} - \frac{1}{V_{R2}^2} \right)$$

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymamy:

$$a_{11} = 1,048 \cdot 10^{-8}$$

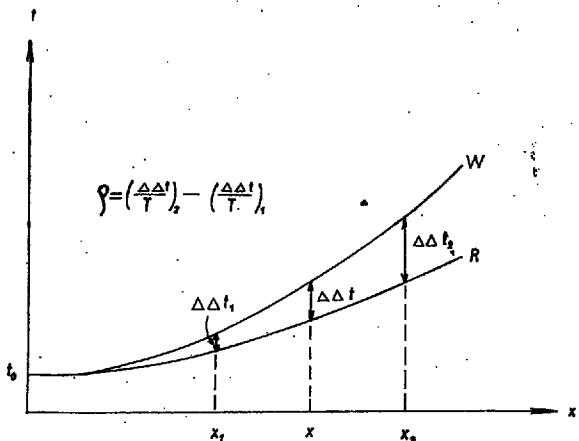
$$a_{12} = 1,501 \cdot 10^{-8}$$

$$a_{22} = 0,882 \cdot 10^{-8}$$

$$a_{21} = 0,505 \cdot 10^{-8}$$

Z tych liczb dwie wartości — najmniejsza $a_{21} = 0,505 \cdot 10^{-8}$ i największa $a_{12} = 1,501 \cdot 10^{-8}$ warunkują wybór wielkości odstępów między kanałami d dla utrzymania się w optymalnym przedziale na osi odciętych (ryc. 12), charakteryzujące schemat strzelania skrajnego. Jeżeli założylibyśmy, że prowadzić będziemy badania z odległościami między kanałami $d = 50$ m, to $10^3 d^2 a$ mieściłaby się w przedziale 1,262 do 3,75 i nie uzyskalibyśmy właściwej skuteczności pokrycia wielokrotnego. Dopiero przyjęcie w tych warunkach odległości 70 m między kanałami może zabezpieczyć właściwe tłumienie refleksu wielokrotnego występującego w przedziale czasu $t = 1,8 - 2,2$ sek na tle refleksu rzeczywistego X .

Jak już wspomniano, energia rezydualna jako wielkość charakteryzująca pozostałość krzywizny refleksu wielokrotnego, zależy oprócz odległości między kanałami od prędkości i czasu rejestracji również i od odległości między punktem strzelania a rozstawem i jego sytuacji względem rozstawu. Zatem w praktyce musimy dysponować szeregiem wykresów podobnych do przedstawionego na ryc. 12, sporządzonych dla określenia schematu strzelania, w obrębie którego wielkością zmienną będzie odstęp między kanałami.



Ryc. 13. Kształt hodografów refleksów rzeczywistego R i wielokrotnego W od odległości rejestracji X , T — okres fali refleksu wielokrotnego.

Fig. 13. Form of hodographs of actual (R) and multiple (W) reflexes from the distance of recording X , T — wave length of multiple reflex.

Widzimy więc, że dla wyboru optymalnego w danych warunkach schematu pokrycia wielokrotnego wystarczy znać prędkość refleksu rzeczywistego zarejestrowanego na czasie t_0 oraz prędkość refleksu wielokrotnego zakłócającego ten refleks, a potem wyliczyć wartość a . Następnie za pomocą zbioru krzywych wybrać najbardziej optymalny schemat strzelania, na którym krzywa energii rezydualnej E_r osiąga wartości najmniejsze przy wyliczonej wartości a i pomnożonej przez kwadrat założonych odstępów między kanałami.

W zakończeniu tego rozdziału zwrócimy uwagę na jeszcze jeden bardzo interesujący aspekt tego zagadnienia. Okazuje się bowiem, że jeżeli dysponujemy sondowaniem refleksyjnym o odpowiednio wydłużonych gałęziach hodografów, to zbyteczne jest liczenie a za pomocą f , t_0 , V_w i V_R . Jak pokazano na ryc. 13 w odległości X , od punktu strzelania różnicy krzywizn refleksu rzeczywistego i refleksu wielokrotnego osiąga wartość $\Delta\Delta t_1$, a w odległości x_2 — wartość $\Delta\Delta t_2$. Wartość tej różnicy czasów możemy wyrazić w liczbie okresów T refleksu wielokrotnego. Następnie przez ϱ określimy pewną średnią wartość tej różnicy krzywizn dla obu punktów x_1 i x_2

$$\varrho = \left(\frac{\Delta\Delta t}{T}\right)_2 - \left(\frac{\Delta\Delta t}{T}\right)_1 = \frac{\Delta\Delta t}{T} \quad [10]$$

i nazwiemy ją rezydualną krzywizną.

Po wprowadzeniu zapisanej wyżej zależności [5] otrzymamy:

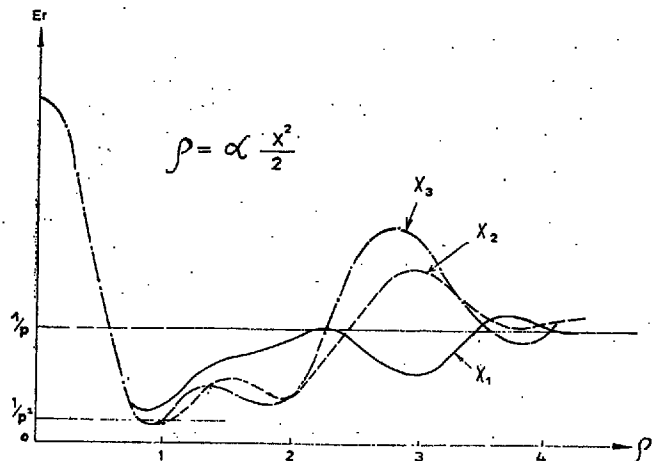
$$\varrho = \frac{x^2}{2} a \quad [11]$$

lub

$$a = \frac{2\varrho}{x^2} \quad [12]$$

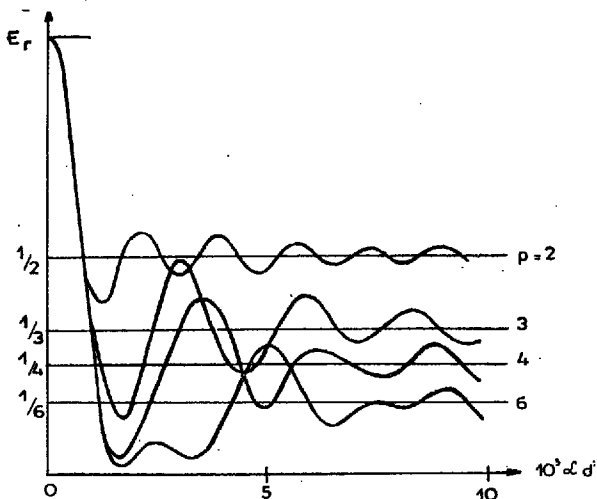
Ostatnie równanie pokazuje, że wartość a można wyliczyć wykorzystując bezpośrednio wyniki sondowania, mierząc bezpośrednio ϱ z hodografu dla odciętej x^2 (ryc. 13). Jednocześnie z równania tego wynika, iż każdej wartości a przy ustalonym schemacie ustawienia geofonów odpowiada jedna wartość ϱ .

Jest więc możliwe sporządzenie wykresu analogicznego do podanego na ryc. 12, gdzie energia rezydualna będzie wyrażona w funkcji zmiennej ϱ rezydualnej krzywizny hodografu refleksu wielokrotnego.



Ryc. 14. Zależność energii E_r niestłumionych refleksów wielokrotnych parametru ϱ .

Fig. 14. Dependence of E_r energy of undamped multiple reflexes upon ϱ parameter.



Ryc. 15. Zależność energii E_r niestłumionych refleksów wielokrotnych do rzędu pokrycia P .

Fig. 15. Dependence of E_r energy of undamped multiple reflexes upon covering order P .

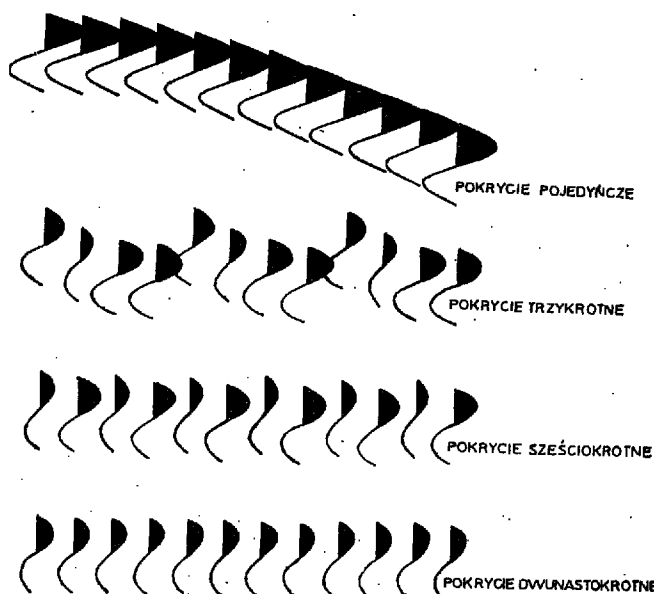
Na ryc. 14 przedstawiono przykładowo zależność $E_r = f(\rho)$, z której wynika, że:

1. Jeżeli $\rho = 0$, to E_r osiąga wartość maksymalną $\tau = 0$, tzn., że mamy do czynienia tylko z refleksami rzeczywistymi (jeżeli poprawki dynamiczne są dobrze wyliczone) lub inaczej mówiąc tłumienie refleksów wielokrotnych nie występuje.
2. Jeżeli $\rho \cong 0,6$, to $E_r = \frac{1}{p}$ i refleks wielokrotny jest skutecznie tłumiony.
3. Jeżeli $\rho \cong 0,9$, to $E_r = \frac{1}{p^2}$, tłumienie refleksów wielokrotnych ma wartość maksymalną i krzywa E_r osiąga minimum.
4. Dla $1,2 \leq \rho \leq 2,2$ krzywa E_r oscyluje wokół osi o wartości rzędnej $1/p$ i tłumienie refleksów wielokrotnych jest wystarczająco dobre.

Podsumowując, stwierdzić można, że warunkiem skutecznego tłumienia refleksów wielokrotnych jest, aby średnia różnica między krzywizną refleksu rzeczywistego i wielokrotnego była co najmniej równa lub większa od 0,7 okresu refleksu wielokrotnego. W przypadku nie zachowania tego warunku, gdy prędkość refleksu rzeczywistego nie jest stała, dodawanie kanałów przy pokryciu wielokrotnym może prowadzić do pogorszenia refleksów rzeczywistych. Skoro bowiem poprawki dynamiczne nie są zupełnie precyzyjne, refleks rzeczywisty nie charakteryzuje się wielkością $\rho = 0$, lecz pewną wartością większą od 0. Aby więc zachować energię refleksów rzeczywistych trzeba zabezpieczyć, np. $\rho \leq 0,3$ ze względu na istniejące różnice między rzeczywistą prędkością średnią, a prędkością stosowaną do poprawek dynamicznych.

ROLA PARAMETRÓW SCHEMATU POKRYCIA WIELOKROTNEGO W SKUTECZNYM TŁUMIENIU REFLEKSÓW WIELOKROTNYCH

Wspomniano na wstępie poprzedniego rozdziału, że stosuje się obecnie szereg różnych schematów strzelania pokrycia wielokrotnego. Aby dobrze sobie uświadomić jak duża jest rola doboru właściwych parametrów takiego schematu omówimy poniżej zachowanie się energii rezydualnej refleksów wielokrotnych jako funkcji tych parametrów na podstawie rycin zaczerpniętych z pracy Geneslaja (3).



Ryc. 16. Rozłożenie amplitud refleksu wielokrotnego na sąsiednich dwunastu kanałach sekcji przy różnym stopniu pokrycia.

Fig. 16. Distribution of amplitudes of multiple reflex in the neighbouring channels at various covering degrees.

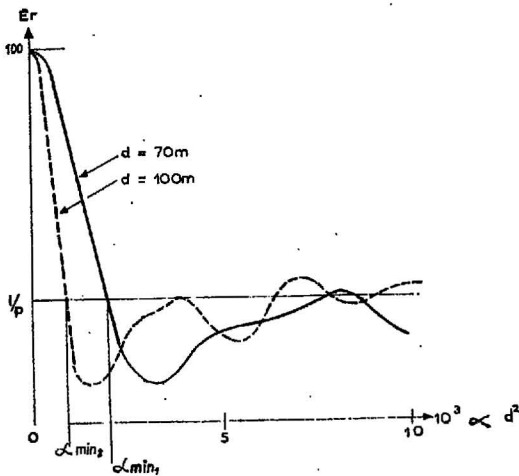
1. Rząd pokrycia P

Skorzystamy z wykresów (ryc. 15) gdzie przedstawiono wpływ rzędu pokrycia na energię rezydualną refleksów wielokrotnych. Ogólnie obserwujemy, iż tłumienie refleksów wielokrotnych jest wprost proporcjonalne do zastosowanego rzędu pokrycia. Zatem zmniejszenie energii rezydualnej E_r przy pokryciu rzędu P wynosi $\frac{1}{p}$.

Okazuje się jednak, że średnia energia rezydualna nie jest jedyną wartością, która decyduje o łatwości i jednoznaczności interpretacji przekroju. Równie ważna jest koherencja, czyli regularność pozostałych, nie stłumionych refleksów wielokrotnych. Koherencja tych refleksów jest związana z okresowością schematu wielokrotnego pokrycia. Ogólnie biorąc, wraz ze wzrostem rzędu pokrycia maleje liczba $2n$ kanałów tworzących dany okres. Jeżeli rząd pokrycia będzie równy ilości zastosowanych kanałów rozstawionych po jednej stronie punktu strzałowego, to uzyskamy doskonałą zgodność fazową pozostałych, nie stłumionych refleksów wielokrotnych. Np. przy pokryciu dwunastokrotnym wykonanym przy strzałach w centrum rozstawu okresowość pokrycia będzie tworzyło tylko dwa kanały składające się z symetrycznie do siebie podobnych kombinacji.

Spójrzmy na ryc. 16, na której podano przykład rozłożenia amplitud refleksu wielokrotnego, najpierw dla pokrycia pojedynczego, a później dla trzy, sześć i dwunastokrotnego wykonanych przy strzelaniu centralnym. Przy pokryciu pojedynczym, po wprowadzeniu poprawek dynamicznych, refleks wielokrotny zachował jeszcze wyraźną krzywiznę hodografu na dwunastu kanałach. Przy pokryciu trzykrotnym energia tego refleksu zmniejszyła się i jednocześnie refleks ten został rozerwany na 3 równe części, składające się z czterech kanałów, będących wynikiem czterech niezależnych kombinacji dodawania. Przy pokryciu sześciokrotnym mamy już tylko dwie różne kombinacje dodawania kanałów i refleks wielokrotny zaczyna układać się bardziej regularnie.

Jeżeli rozpatrzmy pokrycie dwunastokrotne, to zauważymy, że koherencja niestłumionej reszty refleksu wielokrotnego jest doskonała, a wobec tego bardzo niebezpieczna. Zastosowanie automatycznej



Ryc. 17. Zależność energii E_r niestłumionych refleksów wielokrotnych od odległości między kanałami d .

Fig. 17. Dependence of E_r energy of undamped multiple reflex upon distance between channels d .

regulacji amplitud przy obróbce materiałów na centrali może doprowadzić, przy słabych dynamicznie refleksach, do błędnej interpretacji. Pozostałość energii refleksów wielokrotnych, choć mocno stłumiona dzięki wysokiemu rzędowi pokrycia, może sugerować istnienie horyzontu rzeczywistego, ze względu na bardzo dobrą ich zgodność fazową.

Podsumowując należy podkreślić, że jakkolwiek rząd pokrycia daje średnio biorąc P razy lepszy stosunek energii refleksów rzeczywistych do wielokrotnych, to jednocześnie podnosi koherencję tych ostatnich. Nie jest więc wskazane stosowanie pokrycia wielokrotnego równego liczbie kanałów rozdzielonych w terenie po jednej stronie punktu strzałowego. Tak np. korzystniej jest przy pokryciu 6-krotnym strzelanie rozstawów skrajnych niż środkowych. Tym bardziej odnosi się to do pokrycia dwunastokrotnego.

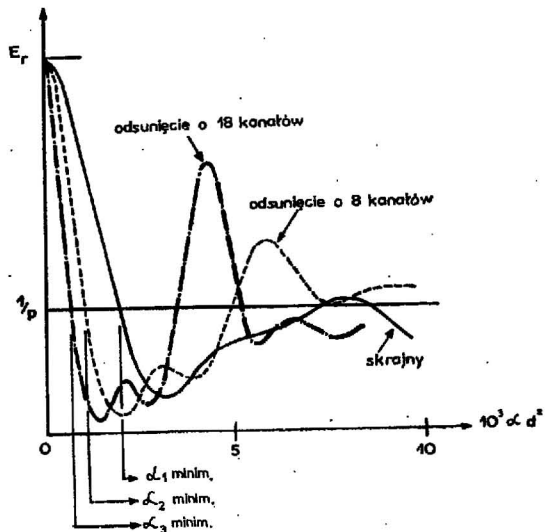
2. Odstęp między geofonami (d)

Zarówno upad, jak i głębokość granicy odbijającej decyduje o wyborze odległości między kanałami. Tak strome upady, jak i małe głębokości przy dużych odległościach między kanałami utrudniają korelację fazową na sejsmogramie lub na sekcji czasowej, gdyż spektr sygnału zmienia się zbyt szybko. A więc warunki tektoniczne narzucają pewną granicę, powyżej której przyjęcie odległości między kanałami nie byłoby korzystne.

Drugim czynnikiem decydującym o wyborze odległości między kanałami jest ich wpływ na tłumienie refleksów wielokrotnych. Spójrzmy na ryc. 17, która przedstawia krzywe energii rezydualnej przy jednokierunkowym pokryciu trzykrotnym. Lewe części tych krzywych różnią się stromością i całe krzywe są jakby przesunięte w lewo po osi odciętych. Średni poziom energii rezydualnej zatem nie zostaje zmieniony przez zmianę odległości między kanałami. Zwiększenie odstępu między kanałami powoduje, że układ będzie bardziej selektywny, tzn. że będzie bardziej skutecznie tłumić refleksy wielokrotne, nawet przy niewielkich różnicach między prędkościami tych refleksów, a refleksów rzeczywistych.

3. Liczba kanałów przy rejestracji

Ilość stosowanych kanałów w terenie przy rejestracji nie wpływa na stopień tłumienia refleksów wielokrotnych, ale decyduje o ich koherencji, np.



Ryc. 18. Zależność energii E_r niestłumionych refleksów wielokrotnych od odsunięcia punktu strzałowego od rozstawu.

Fig. 18. Dependence of E_r energy of undamped multiple reflexes upon the displacement of a shot point from geophone spacing line.

przy dwunastokrotnym pokryciu korzystniej byłoby pracować przy użyciu aparatur sprzężonych, niż przy użyciu jednej aparatury.

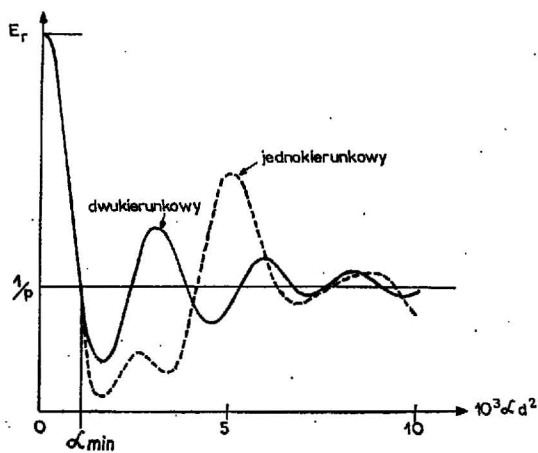
4. Odsunięcie punktu strzałowego od rozstawu

Skuteczność tłumienia refleksów wielokrotnych będzie największa, jeśli odstępy między kanałami i odsunięcie punktu strzałowego doprowadzą do rezyduum krzywej refleksu wielokrotnego (wyznaczonej na sejsmogramie, po wprowadzeniu poprawek dynamicznych wg rzeczywistego prawa prędkości) równej jednej fazie.

Ten warunek oddzielenia refleksów zakłócających od refleksów rzeczywistych praktycznie nie zależy od rzędu pokrycia. Spójrzmy na ryc. 18, która pokazuje tłumienie refleksów wielokrotnych w przypadku zastosowania trzykrotnego pokrycia jednokierunkowego przy 3 ustawieniach punktu strzałowego w stosunku do rozstawu geofonów mierzonych w jednostkach odległości między kanałami d . A więc α_{min} jest tym mniejsze im odsunięcie jest większe, tzn. że układ jest bardziej rozdzielony i jest zdolny tłumić refleksy wielokrotne o różnicach prędkości niewielkich w stosunku do prędkości refleksów rzeczywistych. Na tej rycinie możemy również zauważyć, iż wraz ze zwiększeniem odległości punktu strzałowego od rozstawu pojawiają się na krzywej nowe maksima, które mogą być bardzo niebezpieczne w przypadku istnienia refleksów wielokrotnych w innych przedziałach czasowych.

5. Schemat strzelania

Nie jest obojętne dla efektywności tłumienia refleksów wielokrotnych czy zastosujemy schemat jednokierunkowy (punkt strzałowy umieszczony ciągle z jednej strony rozstawu) czy schemat dwukierunkowy (z punktami strzałowymi po obu stronach rozstawu). Na ryc. 19 pokazano krzywą energii rezydualnej przy założeniu 3-krotnego pokrycia. Średnia energia rezydualna jest jednakowa w obu przypadkach, gdyż jak wiemy jest ona zależna od rzędu pokrycia. Lokalnie natomiast widać, że wykresy te różnią się od siebie. Ogólnie krzywe energii rezydualnej są bardziej stabilne dla układów dwukierunkowych niż dla jednokierunkowych. A więc w przypadku, gdy refleksy wielokrotne występują w dość szerokim przedziale, to korzystniejszy będzie



Ryc. 19. Zależność energii E_r niestłumionych refleksów wielokrotnych od sytuacji punktu strzałowego na rozstawie.

Fig. 19. Dependence of E_r energy of undamped multiple reflexes upon the situation of a shot point at spacing line.

schemat dwukierunkowy. Gdy natomiast chcemy tłumić refleksy w wąskim przedziale α , ściślej — w wąskim przedziale czasów rejestracji, należy korzystać z układu jednokierunkowego, który daje lokalnie bardziej intensywne tłumienie refleksów wielokrotnych.

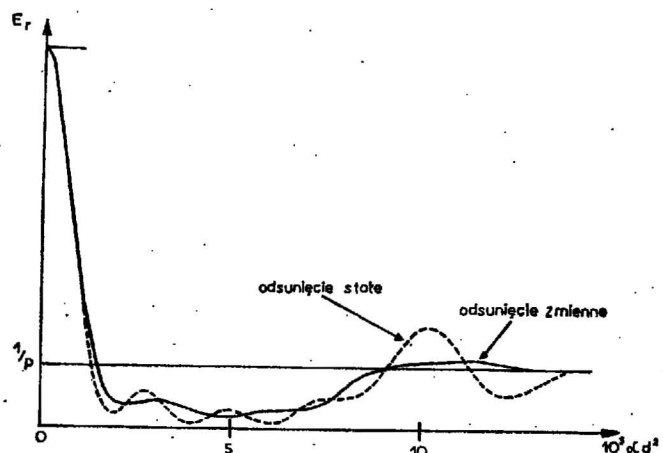
Innym rodzajem schematów strzelania są schematy, w których odległość punktu strzałowego od rozstawu nie jest stała i strzela się wielokrotnie przy jednym ustawieniu geofonów. Jak wynika z załączonej ryc. 20 ten schemat strzelania dostarcza lepszego tłumienia refleksów wielokrotnych niż schematy ze stałą odległością punktów strzałowych. Mówiąc ściślej krzywa energii rezydualnej dla tego rodzaju schematu zachowuje się bardzo stabilnie, bez znacznych wtórnych maksimum i cały czas pozostaje poniżej rzędnej $\frac{1}{p}$. Taki układ jest szczególnie korzystny w warunkach słabo rozpoznanych prędkości refleksów wielokrotnych.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone rozważania dowodzą, że metoda wielokrotnego pokrycia jest dobrym filtrem dla refleksów wielokrotnych, pod warunkiem, że prędkość rozchodzenia się fal wzrasta w sposób ciągły z głą-

SUMMARY

This is the II part of a paper, the first part of which was printed in No 7 of our periodical. Some characteristic features of the scheme of firing are discussed in terms of its periodicity and the notion of diameter of residual in terms of its periodicity and the notion of diameter of residual energy that characterizes the remainder of the multiple reflexes are defined in relation to any accepted scheme of multiple covering. Certain examples are given as to the optimum dependence of filtration of multiple reflexes upon the selection of the parameters of scheme, such as order of covering, distances between geophones, displacement of shot point and its situations in relation to the geophone spacing.



Ryc. 20. Porównanie energii E_r niestłumionych refleksów wielokrotnych przy dwu różnych schematach strzelania: stałej i zmiennej odległości punktu strzałowego od rozstawu geofonów.

Fig. 20. Comparison of E_r energy of undamped multiple reflexes at two different shooting schemes: stable and changing distances of a shot point from geophone spacing line.

bokością. Efektywność metody maleje, gdy różnice między prędkością refleksów wielokrotnych i rzeczywistych są coraz mniejsze, ogólnie wraz ze wzrostem głębokości badań efektywność metody maleje.

Te dwa ostatnie zastrzeżenia mogą być pokonywane przez zwiększenie długości rozstawów lub odsunięć punktów strzałowych. Generalnie biorąc stopień tłumienia refleksów wielokrotnych jest proporcjonalny do rzędu zastosowanego pokrycia wielokrotnego.

LITERATURA

1. Betlej K. — Celowość stosowania metody wspólnego punktu odbicia do eliminacji refleksów wielokrotnych — oprac. wewn. PPG, 1968.
2. Garrota — Diagrammes d'exploitation en couverture multiple. Oprac. wewn. CGG Paris, 1966.
3. Geneslay R. — Prospection sismique reflection — couverture multiple. Oprac. wewn. CGG Paris, 1966.
4. Marr J., Zagat E. — Exploration horizons from new seismic concept of CDP and digital processing. Geophysic, 1967. No 2.
5. Maune W. — Horizontal data stacking techniques. Supplement to „Geophysic” 1962, No 5.

РЕЗЮМЕ

Статья представляет II часть работы, начало которой напечатано в 7 номере нашего журнала. В ней рассматриваются некоторые характерные особенности схемы взрыва с точки зрения его периодичности. Дается определение понятия диаметра остаточной энергии, характеризующей остаток непогашенных многократных отражений, в произвольной схеме многократного наложения. С помощью примеров показана и рассмотрена зависимость оптимальной фильтрации многократных отражений от выбора параметров, таких как: порядок охвата, расстояния между гефонами, отодвижение точки взрыва и ее положение по отношению к разному гефонов.