



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 11.03.77 (P. 19659'/)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 11.09.78

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1981

Int. Cl.²
G01V 1/36

CZYTELNIĄ

Urzędu Patentowego

Twórca wynalazku: Bernhard Forkmann

Uprawniony z patentu: VEB Geophysik, Lipsk (Niemiecka Republika
Demokratyczna)

Sposób prowadzenia rozpoznania sejsmicznego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób prowadzenia wibracyjno-sejsmicznego rozpoznania zwłaszcza warstw na niewielkich głębokościach.

Znane są metody sejsmiczne, w których w charakterze sygnału lokalizującego stosowany jest sygnał wibracyjny, którego czas trwania jest na ogół większy od wymaganego maksymalnego bądź też osiąganego maksymalnego czasu przelotu zazwyczaj stosowanego impulsowego sygnału lokalizującego.

Dla skomprimowania trwającego często kilka sekund sygnału wibracyjnego w jeden krótki sygnał impulsowy dokonuje się korelacji akustycznego sygnału odbitego od niejednorodności badanego ośrodka i zarejestrowanego w danym miejscu odbioru z sygnałem odniesienia, którym bywa albo sygnał wibracyjny wypromieniowany w miejscu nadawania albo też sygnał sterujący stosowany doysterowywania wibratora.

Jakość kompresji impulsu ocenia się na podstawie dwóch parametrów otrzymanego sygnału korelacyjnego. Jest to szerokość impulsu centralnego oraz poziom występujących po obu stronach impulsu centralnego oscylacji pobocznych.

Im wyższy jest impuls centralny i im niższy jest poziom oscylacji pobocznych tym wyższa jest jakość kompresji impulsu i tym większa jest zdolność rozdzielacza mająca znaczenie przy wydzieleniu blisko sąsiadujących sejsmicznych wtrąceń odbijających.

2

Jakość kompresji impulsowej zależy od rodzaju wewnętrznej struktury stosowanych sygnałów sterujących i od specjalnej charakterystyki przenoszenia wibratora sejsmicznego, badanego ośrodka, odbiornika sejsmicznego i sejsmicznej aparatury rejestracyjnej wraz z ich zniekształcającym oddziaływaniem na sygnał.

O ile wymienione oddziaływania zniekształcające sygnał mogą być najkorzystniej zwalczane przez stosowanie filtracji sygnału korelacyjnego po ich wystąpieniu, o tyle zakłócające oscylacje poboczne spowodowane wewnętrzną strukturą sygnału można w zasadzie osłabić już zawczasu przez stosowanie sygnałów sterujących o strukturze wewnętrznej lepiej dostosowanej do zmniejszenia poziomu oscylacji pobocznych.

Jako sygnały sterujące proponowano już stosowanie sygnałów o przebiegu sinusoidalnym skończonej długości i równomiernie bądź nierównomiernie zmienianej częstotliwości, bądź o stałej częstotliwości ale zmieniającej się skokowo w określonym przedziale czasu fazy, bądź też otrzymywane z generatora szumów sygnały szumowe.

W opisie patentowym NRD nr 87 921 proponuje się użycie w charakterze sygnału wibracyjnego jedno- lub dwuczęstotliwościowego sygnału, o częstotliwościach odpowiadających częstotliwości rezonansowej lub częstotliwościom rezonansowym używanego do wypromieniowywania energii sejsmicznej wibratora według patentu NRD nr 87 921

i modulowanego fazowo lub częstotliwościowo zgodnie z pseudoprzypadkowym (quasi-stochastycznym) ciągiem binarnym o maksymalnej długości. Dąży się przy tym do optymalizacji wypromieniowywania energii przez wibrator oraz szerokości impulsu sygnału korelacyjnego w celu osiągnięcia zarówno dużego zakresu głębokości, jak również możliwie dużej rozdzielczości.

Z drugiej strony znane są sygnały, których sygnał korelacyjny (funkcja autokorelacyjna) po obu stronach impulsu korelacyjnego pozbawiona jest pobocznych oscylacji. Takie sygnały, nazywane sygnałami quasistochastycznymi, są okresowe, ale wewnątrz jednego okresu wykazują ciąg zmian o charakterze stochastycznym pod względem czasowego następstwa zmian pomiędzy dwoma poziomami sygnału. Z powodu okresowości sygnału quasistochastycznego okresowy jest również odpowiedni sygnał korelacyjny.

Sygnały quasistochastyczne mogą być w znany sposób odtwarzane jednoznacznie za pomocą rejestru przesuwającego i układu sprzężenia zwrotnego dobranej ze względu na liczbę stopni m rejestru przesuwającego oraz wytwarzane za pomocą środków elektronicznych bądź też obliczane z użyciem algorytmu analogowego. O ile długość okresu T określona jest wybraną liczbą stopni m i częstotliwością synchronizacji f_T :

$$T = (2^m - 1) f_T,$$

to górna częstotliwość graniczna f_0 odpowiedniego sygnału korelacyjnego zależy wyłącznie od częstotliwości synchronizacji f_T :

$$f_0 = 0,45 f_T$$

Po obu stronach centralnego impulsu korelacyjnego (trójkątnego) sygnał korelacyjny sygnału quasistochastycznego ma pewien stały poziom. Stosunek tego stałego poziomu do maksymalnej wartości impulsu trójkątnego zależy od charakterystycznej dla określonego sygnału quasistochastycznego liczby stopni m i wynosi $1/(2^m - 1)$.

W przypadku sygnału szumowego o skończonym czasie trwania można spośród wielu jego realizacji wybrać sygnał o optymalnych wartościach wspomnianych parametrów sygnału korelacyjnego charakteryzujących jakość kompresji impulsu. Praktycznemu stosowaniu otrzymywanego z generatora sygnału, jako sygnału sterującego wibratorem sejsmicznym, stoją na przeszkodzie złożone sposoby wybierania sygnału i tylko warunkowo możliwa odtwarzalność wybranego sygnału poprzez specjalne jego zapisanie.

Wszystkie inne sygnały, proponowane już jako sygnały sterujące dla wibratora sejsmicznego, pozwalają wprowadzić na wygodne manipulowanie szerokością impulsu centralnego sygnału korelacyjnego, jednak z powodu niezbędnego ograniczenia szerokości pasma i nieoptymalnego kształtu widma wykazują często wysoki poziom zakłócających oscylacji pobocznych. Te oscylacje poboczne przeszkadzają w wydzielaniu blisko siebie położonych wtrąceń odbijających różne energie, a poza

tym wpływają, również przy dostatecznie wąskim impulsie centralnym, na obniżenie zdolności rozdzielczej korelacyjnego sposobu lokalizacji wibracyjno-sejsmicznej.

Celem wynalazku jest podwyższenie zdolności rozdzielczej korelacyjnego sposobu lokalizacji wibracyjno-sejsmicznej. Brane są przy tym pod uwagę wysokie wymagania pod względem zdolności rozdzielczej, zwłaszcza przy prowadzeniu rozpoznania warstw na małych głębokościach.

Zadaniem technicznym wynalazku jest znaczne zredukowanie poziomu oscylacji pobocznych sygnału korelacyjnego przy korelacyjnym sposobie lokalizacji wibracyjno-sejsmicznej, przy czym w celu zapewnienia optymalnego wypromieniowania energii należy wykorzystywać zakres częstotliwości rezonansowych źródła wibracyjnego, przedstawionego w opisie patentowym NRD nr 87 921 i oznaczonego jako wibrator typu II.

Zadanie to według wynalazku jest rozwiązane w ten sposób, że jako sygnału do sterowania wibratora (wibrator typu II) używa się sygnałów quasistochastycznych, których okres T i maksymalny wymagany, bądź osiągany, czas przelotu od wtrącenia odbijającego $t_{\max}$ pozostają w zależności $T > t_{\max}$ w celu wyeliminowania sygnałów zakłócających uwarunkowanych okresowością sygnału quasistochastycznego, a sygnał sterujący rozpoczyna się o czas $t_{\max}$ przed rozpoczęciem rejestracji i że do korelacji z rejestrowanym, synchronicznie z sygnałem wibratora w określonych odległościach od niego wykorzystuje się wprost pierwszy rejestrowany pełny okres samego sygnału wibratora, zawierający przynajmniej $[1 + 2 t_{\max}/T]$ okresów, licząc od momentu rozpoczęcia rejestracji. W celu zmniejszenia poziomu oscylacji pobocznych sygnału korelacyjnego i poprawienia w ten sposób zdolności rozdzielczej wykorzystuje się sygnał quasistochastyczny o szczególnie wygodnym kształcie sygnału korelacyjnego, charakteryzującym się tym, że w obszarach występowania oscylacji pobocznych przy stosowaniu innych sygnałów korelacyjnych występuje stały poziom o bardzo małej wartości w porównaniu do wysokości impulsu centralnego.

Przewidziane wynalazkiem wyprzedzenie punktu startowego impulsu sterującego względem początku rejestracji o około $t_{\max}$ sekund i użycie do korelacji z sygnałem odbieranym pierwszego rejestrowanego pełnego okresu sygnału wibratora zawierającego, zgodnie z inną cechą wynalazku, co najmniej $[1 + 2 t_{\max}/T]$ okresów drgań wibratora powoduje, że w całym przedziale czasowym jest do dyspozycji dla korelacji przynajmniej $[1 + t_{\max}/T]$ okresów użytego sygnału quasistochastycznego i że każdy z odbitych sygnałów wibracyjnych leżących w interesującym przedziale czasowym od 0 do $t_{\max}$ sekund występuje między częściami sygnału o pełnej długości okresu. Ta ostatnia okoliczność jest bardzo ważnym warunkiem otrzymania stałego poziomu po obu stronach centralnego impulsu korelacyjnego wewnątrz odcinka czasu od 0 do $t_{\max}$ sekund.

Dodatkowa korzyść z wyprzedzenia momentu rozpoczęcia sygnału sterującego względem począt-

ku rejestracji polega na tym, że rejestruje się tylko niezbędną do korelacji część przebiegu czasowego odbieranego sygnału, dzięki czemu może być optymalnie wykorzystana pojemność urządzenia do zapisywania sygnału.

Jeżeli na stały poziom po obu stronach centralnego impulsu korelacyjnego nałożone są dodatkowe oscylacje, to pochodzą one tylko od zniekształceń, powodowanych przez wibrator sejsmiczny, badany ośrodek, odbiornik sejsmiczny lub sejsmiczną aparaturę rejestrującą i mogą być skutecznie osłabione przez inwersyjne filtrowanie sygnału korelacyjnego w znany sposób.

Ustalono poza tym, że minimum poziomu oscylacji pobocznych i zarazem optimum wypromieniowanej energii występuje, kiedy przestrzega się zasady dostrajania, polegającej na tym, że górna częstotliwość sygnału quasistochastycznego jest równa górnej częstotliwości granicznej charakterystyki rezonansowej wibratora (wibrator typu II według opisu NRD nr 87 921). Techniczna realizacja poszczególnych etapów sposobu może przebiegać na przykład w ten sposób, że stosuje się generator wytwarzający sygnały quasistochastyczne dostosowane, zgodnie z wyżej wymienioną regułą, do charakterystyki rezonansowej wibratora, a jego sygnały wyjściowe, po przejściu przez dołączony do generatora wzmacniacz i wzmocnieniu w nim,ysterowują wibrator, przy czym sygnał sterujący do pobudzania wibratora sejsmicznego za pomocą urządzenia przerzutnikowego włączany jest o ok. $t_{\max}$ sekund wcześniej niż aparatura rejestrująca.

Wynalazek jest niżej objaśniony na podstawie przykładu wykonania. Załączony rysunek przedstawia odpowiadający liczbie stopni $m=4$ sygnał quasistochastyczny 1 do sterowania wibratora, który w przypadku idealnym wypromieniowywany jest z wibratora bez zniekształceń, oraz odbity idealny odbierany sygnał 2 o czasie przelotu $t_{\max}$ oraz odpowiedni sygnał korelacyjny 3.

Na rysunku dla uwidocznienia cech charakterystycznych wynalazku przedstawiono sygnały idealne. Znaczy to, że pominięto niepożądane zniekształcenia sygnału, spowodowane przez wibrator, badany ośrodek, odbiornik sejsmiczny i sejsmiczną aparaturę rejestrującą.

Jak przedstawiono na rysunku sygnał sterujący 1 wibratora rozpoczyna się już na $t_{\max}$ sekund przed rozpoczęciem rejestracji sygnału 1, w idealnym wypadku wypromieniowywanym również jako sygnał wibracyjny i przed rozpoczęciem idealnego sygnału odbieranego 2. Na rysunku przedstawiono tylko sygnał odbierany. W rzeczywistości będzie rejestrowanych kilka sygnałów odbieranych w różnych odległościach od wibratora.

Poza tym przedstawiony sygnał składa się tylko

z jednego odbitego sygnału o czasie przelotu $t_{\max}$, w zasadzie może on się składać również z kilku sygnałów o czasach przelotu między 0 i $t_{\max}$ sekund.

Z racji czasu trwania wibracji $V > [1 + 2 t_{\max}/T]$ okresów sygnału quasistochastycznego i czasu rejestracji $R > [1 + t_{\max}/T]$ okresów w interesującym przedziale czasowym od 0 do $t_{\max}$ sekund jest do dyspozycji nieco ponad $[1 + t_{\max}/T]$ okresów sygnału odbieranego 2 dla korelacji z pierwszym rejestrowanym pełnym okresem T sygnału odniesienia. Otrzymany sygnał korelacyjny 3 z tytułu specjalnej struktury wewnętrznej sygnału quasistochastycznego ma kształt impulsu trójkątnego ze stałą wartością poziomu -1 po obu stronach centralnego impulsu trójkątnego.

Dostrajanie górnej częstotliwości granicznej stosowanego przebiegu quasistochastycznego do górnej częstotliwości granicznej charakterystyki wibratora odbywa się na zasadzie zależności: $f_0 = 0,95 f_r$. Dla wibratora o górnej częstotliwości granicznej 70 Hz na podstawie tej zależności otrzymuje się częstotliwość synchronizacji 155,4 Hz.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób prowadzenia rozpoznania sejsmicznego na zasadzie wibracyjno-sejsmicznego rozdzielania korelacyjnego, przy stosowaniu w charakterze oscylatora dwumasowego wibratora bez elastycznego ogniwa sprzęgającego, przy czym obie drgające masy ułożone są na ziemi i tak wzajemnie usytuowane, że jedna z nich, w przypadku wibratora napędzanego elektrodynamicznie, składająca się z masy systemu magnetycznego i masy podstawy obejmuje w postaci kubka drugą masę, do której przymocowana jest cewka drgająca, a wzbudzenie zmiennej siły działającej między obiema masami wywołuje ich drgania z przeciwnymi fazami w kierunku pionowym, **znamienny tym**, że jako sygnału do sterowania wibratora używa się sygnałów quasistochastycznych, których okres T jest większy niż maksymalny wymagany bądź osiągnięty czas przelotu $t_{\max}$, i że sygnał sterujący wibratora rozpoczyna się o maksymalny czas przelotu $t_{\max}$ od wtarcenia odbijającego wcześniej niż rejestracja, że poza tym do korelacji z rejestrowanym synchronicznie z sygnałem wibratora w określonych od niego odległościach sygnałem odbieranym wykorzystuje się wprost pierwszy pełny okres T samego sygnału wibratora zawierający przynajmniej $[1 + 2 t_{\max}/T]$ okresów sygnału quasistochastycznego licząc od momentu rozpoczęcia rejestracji oraz że górna częstotliwość graniczna sygnału quasistochastycznego dostrojona jest do górnej częstotliwości granicznej wibratora.

