



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 30.09.1972 (P. 157991)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 01.06.1973

Opis patentowy opublikowano: 31.07.1976

MKP G01v 1/00

Int. Cl.<sup>2</sup>  
G01V 1/00

CZYTELNIĄ

Urzędu Patentowego  
PRL w Warszawie

Twórcy wynalazku: Brětislav Stař, Luděk Dlouhý, Lubomír řiška, Adolf řkabis

Uprawniony z patentu: Vědeckovýzkumný uhelný ustav. Ostrava-Radvanice (Czechosłowacja)

**Sposób określania ciągłości grubości i elementów strukturalno-  
tektonicznych warstw skalnych, zwłaszcza pokładów węglowych,  
oraz układ do stosowania tego sposobu**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób jakościowego i ilościowego określania ciągłości grubości i elementów strukturalno-tektonicznych warstw skalnych, zwłaszcza pokładów węglowych, oraz układ do stosowania tego sposobu.

Znany jest odbiciowo sejsmiczny sposób określania dyslokacji i zaburzeń w płaszczyznach warstw skalnych, zwłaszcza w chodnikach węglowych o mniejszej grubości za pomocą fal granicznych, które powstają i przemieszczają się na granicy pokładu węglowego ze stropem i spagiem. Przy falach tego rodzaju, składowe ruchu drgają prostopadle do płaszczyzny chodnika węglowego, równolegle do kierunku strumienia głównego fal i symetrycznie względem środka pokładu węglowego. Wzbudzenie fal granicznych następuje w środku pokładu węglowego, na skutek czego powstają fale rodzaju symetrycznego. Przy dalszym rozwijaniu opisanego sposobu stwierdzono, że do rejestrowania i oceniania wyników pomiaru można stosować również nie symetryczne fale graniczne. Źródło wzbudzenia dla fal tego rodzaju jest usytuowane ekscentrycznie w jednej z płaszczyzn podziałowych.

Przy obu wymienionych sposobach geofony umieszcza się przy płaszczyznach granicznych pokładu węglowego a rejestrację składowych ruchu przeprowadza się za pomocą par geofonów, które są umieszczone w dwóch poziomach i są parami

2

sprzężone względem pokładu węglowego oraz spolaryzowane w przeciwności.

Wyniki ustaleń odnośnie dyslokacji tektonicznych, uzyskanych za pomocą wymienionych sposobów, objęte są analizą statystyczną, przy czym prawdopodobieństwo poprawności wyników wynosi 60 procent. Stosowanie sposobu odbiciowo sejsmicznego ograniczone jest jedynie do zakresu głębokości 100 razy większej od grubości pokładu węglowego. Dalszym ograniczeniem stosowania tego sposobu jak wynika z doświadczeń, jest to, że nachylenie dyslokacji tektonicznej w stosunku do płaszczyzny pokładu węglowego musi wynosić więcej niż 30 stopni aby uzyskać odbicie możliwe do zarejestrowania. Odbicia od dyslokacji których kąt jest mniejszy niż 30 stopni są mało wyraźne.

Dalszą wadą wymienionych sposobów jest to, że nie zawsze uzyskuje się wyraźne odbicie fal, które czasami zakłócone są przez skomplikowane zjawiska interferencji, powstające w parami sprzężonych i spolaryzowanych przeciwfazowo geofonach na skutek strat fazowych fal granicznych, które przebiegają w stropie i w spagu pokładu węglowego po torach o różnych długościach, uwarunkowanych nachyleniami dyslokacji tektonicznej. Przez utrudnione ustalenie faz fal odbitych obniżona zostaje dokładność określenia położenia elementu odbijającego w przestrzeni. Jako wartość średnią błędu określenia, położenie elementu odbijającego w stosunku do głębokości

podaje się błąd większy lub równy  $\pm 10$ —15 procent.

Oba wymienione sposoby nadają się jedynie do mierzenia pokładów węglowych o małej grubości. W przypadkach grubszych pokładów węglowych, które nie umożliwiają równoczesnego dostępu do stropu i spągów w celu osadzenia par geofonów bezpośrednio z chodnika, co odnosi się do pokładów węglowych grubszych niż 3 metry, wymienione sposoby nie mogą być stosowane.

Celem wynalazku jest usunięcie wyżej wymienionych wad.

Cel ten uzyskano według wynalazku którego istota polega na tym, że w obszarze środkowym grubości pokładu węglowego umieszcza się w wieloładunkowej bazie strzałowej ładunki w linii, która z kierunkiem strumienia głównego fali poprzecznej tworzy kąt  $45^\circ$ — $135^\circ$ , przy czym przez równoczesne odpalanie ładunków na granicy ze stropem i na granicy ze spągami wzbudza się zwierniadanie symetryczne względem środka grubości pokładu węglowego fale Rayleigha, a na skutek przeciwnie skierowanych faz tych fal powstają obszary zwiększonego naprężenia w obszarze środkowym pokładu węglowego równoległe do czoła fal Rayleigha, przy czym w miejscach przetwarzania zwiększonego naprężenia w składowe ruchu w kierunku poprzecznym, które drgają w płaszczyźnie pokładu węglowego równoległej do czoła fali Rayleigha, w obszarze środkowym pokładu węglowego na brzegu wolnej powierzchni, powstałej przez częściowe przerwanie pokładu węglowego przez chodnik, umieszcza się odbiorniki sejsmiczne przeznaczone do rejestrowania drgań poprzecznych masy pokładu węglowego.

Istota układu do stosowania tego sposobu polega na tym, że zapalniki ładunków połączone są z generatorem drgań, który jest następnie połączony z wejściem wzmacniacza sejsmicznego, z którego drugim wejściem połączone jest źródło prądu stałego. Z dalszymi wejściami wzmacniacza sejsmicznego połączone są grupy odbiorników sejsmicznych, rozmieszczonych na bazie rejestracyjnej. Wyjście wzmacniacza sejsmicznego połączone jest z przyrządem rejestrującym, który jest połączony z zegarem. Przyrząd rejestrujący i zegar są połączone ze źródłem zasilania. Osie maksymalnej czułości geofonów na bazie rejestracyjnej tworzą z kierunkiem strumienia głównego bezpośredniej i odbitej fali poprzecznej kąt  $45^\circ$ — $135^\circ$  i są równocześnie równoległe do płaszczyzny pokładu węglowego. Geofony są w odbiorniku sejsmicznym umieszczone w dwóch układach tak, że osie maksymalnej czułości geofonów jednego układu częściowego są prostopadłe do osi maksymalnej czułości geofonów drugiego układu częściowego.

Zalety sposobu według wynalazku i układu według wynalazku polegają przede wszystkim na możliwości określania ciągłości grubości i poszczególnych elementów strukturalno-tektonicznych budowy wewnętrznej warstwy skalnej, zwłaszcza pokładu węglowego. Przez wykorzystanie fal poprzecznych, których rozróżnialność i czułość reakcji na elastyczne niejednorodności zakłócające

ciągłość lub grubość pokładu węglowego są większe niż dla znanych fal granicznych, zwiększono dokładność wyników. Fala poprzeczna umożliwia śledzenie zaburzeń tektonicznych tworzących z płaszczyzną pokładu węglowego dowolny kąt nawet mniejszy niż 30 stopni. Możliwe jest ponadto uzyskiwanie odbić również od płaskich przesunięć, od brzegów obszaru wyraźnej zmiany grubości pokładu węglowego lub od obszarów wyraźnej zmiany elastyczności masy pokładu węglowego, gdzie nie ma prawdziwego zaburzenia tektonicznego. Dalszą zaletą jest możliwość mierzenia pokładu węglowego o dowolnym nachyleniu i dowolnej grubości pod warunkiem utworzenia dolnej powierzchni w części grubości pokładu węglowego w miejscu usytuowania bazy rejestrowej. Znaczne zwiększenie dokładności wyników umożliwia lepszą czytelność fal poprzecznych przez wykluczenie niekorzystnych zjawisk interferencyjnych, które powstają w układach geofonów sprzężonych parami i spolaryzowanych w przeciwnym. Przez wyraźne zwiększenie odstepu sygnału od szumu i czułości rejestracji uzyskano zwiększenie zasięgu do odcinka równego 400 grubościom mierzonego pokładu węglowego przy sposobie odbiciowym. Przy mierzeniu fal przechodzących zasięg jest większy niż 1000 grubości pokładu węglowego.

Dalszą zaletą wynalazku jest uproszczenie umieszczania i łączenia geofonów. Ponieważ geofony są umieszczane tylko w jednym poziomie odpada polaryzowanie ich w przeciwnym. Korzystnym jest również zmniejszenie ilości potrzebnych geofonów, na skutek czego uzyskano mniejszą skłonność do zakłóceń, mniejszą pracochłonność, czasochłonność oraz mniejsze koszty prac przygotowawczych i wiertniczych.

Przedmiot wynalazku zostanie wyjaśniony na podstawie rysunku, na którym fig. 1 i 2 przedstawiają zasadę powstawania, przebiegu i pojawiania się fal poprzecznych, fig. 3, 4, 5, 6 i 7 przedstawiają umieszczenie ładunków w pokładzie węglowym w celu wywołania fal poprzecznych w warunkach różnic grubości pokładu węglowego i różnych wzajemnych położeń chodników oraz obszaru środkowego pokładu węglowego, fig. 8, 9, 10 i 11 przedstawiają optymalną wieloładunkową bazę strzałową, zorientowaną kierunkowo, przeznaczoną do wzbudzania fali poprzecznej o maksymalnej energii w pożądanym kierunku, fig. 12 i 13 przedstawiają optymalne usytuowanie przestrzenne odbiornika sejsmicznego i osi maksymalnej czułości geofonów, fig. 14 przedstawia przykład wykorzystania fali poprzecznej do określenia ciągłości pokładu węglowego w bloku ograniczonym przez chodniki przy jednoczesnym śledzeniu struktury tektonicznej przez wykonywanie pomiarów w jednym chodniku, fig. 15 przedstawia schematycznie układ do określenia ciągłości pokładu węglowego i do śledzenia zaburzeń tektonicznych, a fig. 16 przedstawia zasadę odbiornika sejsmicznego.

W celu określenia ciągłości grubości oraz strukturalno-technicznych elementów układu węglowego i przebiegu oraz jakości zaburzeń tektonicznych w pokładzie wzbudzi się według wynalazku fale

poprzeczną 14 (fig. 1) w żądanym kierunku, która powstaje przez przeciwfazowe działanie energetyczne lustrzanie symetrycznych fal Rayleigha stropu 9 i spągu 10, które to fale przemieszczają się wzdłuż granicy 7 stropu i granicy 8 spągu pokładu węglowego 1. Węglowy pokład 1 o grubości 2 jest usytuowany w masywie skały węglowej pomiędzy stropem 3 i spągami 4. Przez następujące w punkcie 5 obszaru środkowego 6 węglowego pokładu 1 wzbudzenie na granicy 7 ze stropem i na granicy 8 ze spągami wytwarzane są stropowa fala Rayleigha 9 i spągowa fala Rayleigha 10 o przeciwnej biegunowości składowych ruchu, przy czym fale te drgają przeciwfazowo prostopadle do płaszczyzny węglowego pokładu 1 równolegle do współrzędnej i symetrycznej względem obszaru środkowego 6 tego węglowego pokładu 1 i przemieszczają się wzdłuż granicy 7 ze stropem i wzdłuż granicy 8 ze spągami w kierunku strumienia głównego 24 fali poprzecznej 14 równolegle do współrzędnej długości.

W obszarze zgęszczenia 11, przede wszystkim w obszarze zgęszczenia utworzonym przez czoło 15 fali stropowej 9 i fali spągowej 10, powstają z jednej strony składowe ruchu 12 w kierunku wzdłużnym, które drgają równolegle do płaszczyzny pokładu węglowego i w kierunku strumienia głównego 24 fali poprzecznej 14 wzdłuż współrzędnej długości  $x$ , a z drugiej strony powstaje obszar zwiększonego naprężenia w masie węglowego pokładu 1, który jest usytuowany wokół obszaru środkowego 6 równolegle do czoła fali 15a, 15b fali stropowej 9 i fali spągowej 10 (fig. 2) oraz do płaszczyzny węglowego pokładu 1 i prostopadle do kierunku strumienia głównego 24a, 24b fali poprzecznej 14, równolegle do składowej poprzecznej 7, przy czym obszar ten przemieszcza się w kierunku współrzędnej długości  $x$  z prędkością równą prędkości rozchodzenia się fali stropowej 9 i fali spągowej 10. Na krawędziach wolnych płaszczyzn, które powstały przez częściowe przerwanie węglowego pokładu 1 przez chodnik 16a w miejscu przeprowadzania pomiarów 17, ma miejsce przemiana stanu naprężeń w składowe ruchu 13a, 13b kierunku poprzecznego, które drgają w płaszczyźnie węglowego pokładu 1 prostopadle do kierunku strumienia głównego swą składową poprzeczną  $y$ , przy czym maksymalne amplitudy drgań występują w środku obszaru zgęszczenia 11.

Fala poprzeczna 14 odbija się od zaburzenia tektonicznego 18 które przerywa węglowy pokład 1. Ładunki 19 (fig. 3—7) przeznaczone do wzbudzenia fali umieszcza się w obszarze środkowym 6 węglowego pokładu 1 w otworach 20, wywierconych z chodnika 16 pod takim kątem 21 by spotykały się w obszarze środkowym 6 węglowego pokładu 1. Otwory 20a, 20b (fig. 8) są wykonane tak, że ładunki 19a, 19b fazy strzałowej 22a, 22b usytuowane są na liniach 23a, 23b, które są prostopadłe do kierunku strumienia głównego 24a fali bezpośredniej lub strumienia głównego 24b fali odbitej 14, lub też tworzą z tymi kierunkami kąt 21a, 21b o wartości  $45^\circ$ — $135^\circ$  zależnie od założenia usytuowania zaburzenia tektonicznego 18. W celu skierowania strumienia głównego 24 fali poprzecz-

nej 14 w żądanym kierunku wybiera się optymalny układ rozłożenia otworów 20 (fig. 9—11) wieloładunkowych baz strzałowych 22. Właściwe zastosowanie takiego lub innego układu jest związane z konkretnym stopniem skomplikowania warunków sejsmiczno geologicznych i z trudnościami rozwiązywanego problemu.

Maksymalna zdolność rozdzielcza zapisu z punktu widzenia kierunku przyścia strumienia głównego 24 fali poprzecznej 14 uzyskiwana jest przez umieszczenie odbiorników sejsmicznych 25 w obszarze środkowym 6 węglowego układu 1 tak, że osie 32a, 32b maksymalnej czułości geofonów 26a, 26b (fig. 12, 13) są równoległe do płaszczyzny węglowego pokładu 1 a równocześnie tak, że strumień główny 24 fali poprzecznej 14 pada na osie 32a, 32b maksymalnej czułości geofonów prostopadle lub pod kątem  $45^\circ$ — $135^\circ$  względem tych osi.

Warunki dla przychodzenia strumienia głównego 24 fali poprzecznej 14 z dowolnego kierunku na osie 32a, 32b maksymalnej czułości geofonów 26a, 26b zapewnia się przez zastosowanie odbiorników sejsmicznych 25, których geofony 26a, 26b są umieszczone w dwóch układach tak, że os 32a maksymalnej czułości geofonu 26a przebiega prostopadle do osi 32b maksymalnej czułości geofonu 26b drugiego układu częściowego, przy czym do zapisu włączony jest układ geofonu 26a lub 26b, na którego osie 32a lub 32b maksymalnej czułości pada strumień główny 24 fali poprzecznej 14 pod kątem  $45^\circ$ — $135^\circ$ .

Wykorzystywanie fali poprzecznej 14 do określenia ciągłości węglowego pokładu węglowego bloku 30, ograniczonego chodnikami 16a, 16b, 16c i śledzenie struktury tektonicznej przez mierzenie z chodnika rozpoznawczego 16c pokazano na fig. 14.

Rozpatrując przemieszczanie się fali poprzecznej 14 bezpośrednio lub po odbiciu od odcinków 28a, 28b i 28d zaburzenia tektonicznego 18 w postaci wycinków strumienia 27a, 27b, 27d, można ustalić, że amplituda spadku zaburzenia tektonicznego 18 w tych odcinkach 28a, 28b i 28d jest większa niż 30 procent grubości węglowego pokładu 1 węglowego bloku 30 a mniejsza niż całkowita grubość węglowego pokładu 1. Jeżeli w wycinku strumienia 27c zostanie zaobserwowany niezakłócony odbiór fali poprzecznej 14, można stwierdzić, że w obszarze całego wycinka 27c zachowana jest ciągłość grubości węglowego pokładu 1 węglowego bloku 30. Jeżeli przechwycone zostaną elementy odbite 31c, 31d, 31e i 31f fali poprzecznej, odbijane od zaburzenia tektonicznego 18, można stwierdzić, że wielkość amplitudy ich spadku jest większa niż 30 procent grubości pokładu węglowego 1 w węglowym bloku 30. Elementy odbite 31a, 31b odpowiadają odbiciom fali poprzecznej 14 od brzegu obszaru wyraźnej zmiany grubości węglowego pokładu 1 w obszarze zgęszczenia 29. Jeżeli nie zaobserwuje się ani przejścia fali bezpośredniej ani przejścia fali poprzecznej 14 odbitej wewnątrz wycinków strumienia 27e, 27f, można stwierdzić, że amplituda spadku zaburzenia tektonicznego 18 w odcinkach 28e, 28f jest większa niż grubość pokładu 1 lub też, że masa węglowego pokładu 1 w wycinku strumienia 27f jest zakłócona przez nieje-

dnorodności lub przez wyraźne zmniejszenie grubości węglowego pokładu 1, które uniemożliwiają przejście bezpośredniej lub odbitej fali poprzecznej 14.

Stosowanie fali poprzecznej 14 do określenia przebiegu zaburzenia tektonicznego w interesującej części pola kopalnianego możliwe jest nie tylko jednego chodnika 16c (fig. 14 bez chodników 16a, 16b). Przy takim założeniu możliwym jest uchwycenie na podstawie rejestrowania 17 elementów odbitych 31d, 31e i 31f fali poprzecznej 14, które zostały odbite od zaburzenia tektonicznego 18 i zostały wytworzone przez bazy strzałowe 22a, 22b, 22h.

Określanie ciągłości węglowego pokładu 1 i przebiegu zaburzeń tektonicznych w węglowym bloku 30 wykonuje się według wynalazku za pomocą układu pokazanego na fig. 15, gdzie z zapalnikami 34 ładunków umieszczonych na bazie strzałowej 22 w chodniku 16a połączony jest generator drgań 33, który jest dołączony do wejścia wzmacniacza sejsmicznego 35. Z drugim wejściem wzmacniacza sejsmicznego 35 połączona jest źródło 36 napięcia stałego. Do dalszych wejść wzmacniacza sejsmicznego 35 dołączone są grupy odbiorników sejsmicznych, umieszczonych na bazie rejestrowania 17 w chodniku 16c. Wyjście wzmacniacza sejsmicznego 35 jest połączone z przyrządem rejestrującym 37, który jest połączony z zegarem 38. Przyrząd rejestrujący 37 i zegar 38 połączone są ze źródłem zasilania 39.

W odbiorniku sejsmicznym 25 (fig. 16) umieszczone są w dwóch układach geofony (26a, 26b, tak że osie 32a maksymalnej czułości geofonu 26a są prostopadłe do osi 32b maksymalnej czułości geofonu 26b. Potrzebną czułość odbiornika sejsmicznego 25 uzyskuje się przez zwiększenie ilości połączonych szeregowo geofonów 26a lub 26b z jednakowo zorientowanymi osiami 32a lub 32b maksymalnej czułości.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób określania ciągłości grubości i elementów strukturalno tektonicznych warstw skalnych, zwłaszcza węglowych pokładów, mających mniejszą sprężystość niż materiał skały, tworzącej strop i spąg takiego chodnika, **znamienny tym**,

że w obszarze środkowym grubości pokładu węglowego umieszcza się w wieloładunkowej bazie strzałowej ładunki w linii, która z kierunkiem strumienia głównego fali poprzecznej tworzy kąt  $45^{\circ}$ — $135^{\circ}$ , przy czym przez równoczesne odpalenie ładunków na granicy stropu i granicy spągu wzbudza się zwierciadlanie symetryczne względem środka grubości węglowego pokładu fale Rayleigha, które na skutek przeciwnie skierowanych faz fal powodują powstawanie obszarów zwiększonego naprężenia w obszarze środkowym pokładu węglowego równoległe do czoła fal Rayleigha, przy czym w miejscach przetwarzania zwiększonego naprężenia w składowe ruchu w kierunku poprzecznym, które drgają w płaszczyźnie pokładu węglowego równoległej do czoła fali Rayleigha, w obszarze środkowym węglowego pokładu na brzegu wolnej powierzchni, powstałej przez częściowe przerwanie węglowego pokładu przez chodnik, umieszcza się odbiorniki sejsmiczne przeznaczone do rejestrowania drgań poprzecznych masy węglowego pokładu.

2. Układ do stosowania sposobu według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zapalniki (34) ładunków (19) połączone są z generatorem drgań (33), który następnie jest połączony z wejściem wzmacniacza sejsmicznego (35), do którego drugiego wejścia dołączone jest źródło napięcia stałego (36), przy czym do dalszych wejść tego wzmacniacza dołączone są grupy odbiorników sejsmicznych (25), rozmieszczonych w bazie rejestracyjnej (17), a wyjście tego wzmacniacza jest połączone z przyrządem rejestrującym (37), który jest połączony z zegarem (38), przy czym przyrząd rejestrujący (37) i zegar (38) są połączone ze źródłem zasilania (39).

3. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że osie (32) maksymalnej czułości geofonów (26) w bazie rejestracyjnej (17) tworzą z kierunkiem strumienia głównego (24) bezpośredniej lub odbitej fali poprzecznej (14) kąt  $45^{\circ}$ — $135^{\circ}$  i są równoległe do płaszczyzny pokładu węglowego (1).

4. Układ według zastrz. 2 lub 3, **znamienny tym**, że geofony (26) w odbiorniku sejsmicznym (25) są umieszczone w dwóch układach tak, że osie (32) maksymalnej czułości geofonów (26) jednego układu częściowego są prostopadłe do osi (32) maksymalnej czułości geofonów (26) drugiego układu częściowego.

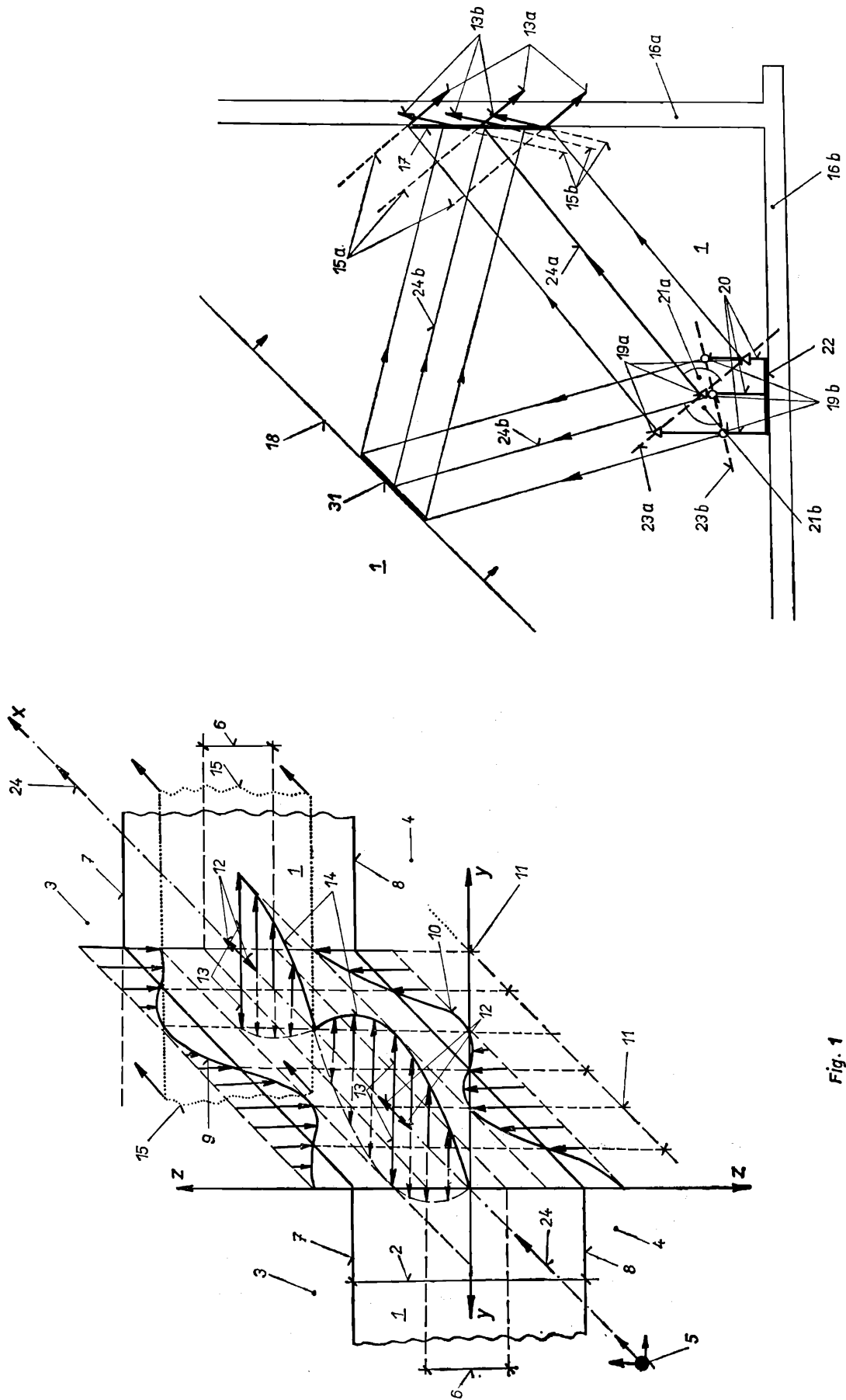


Fig. 1

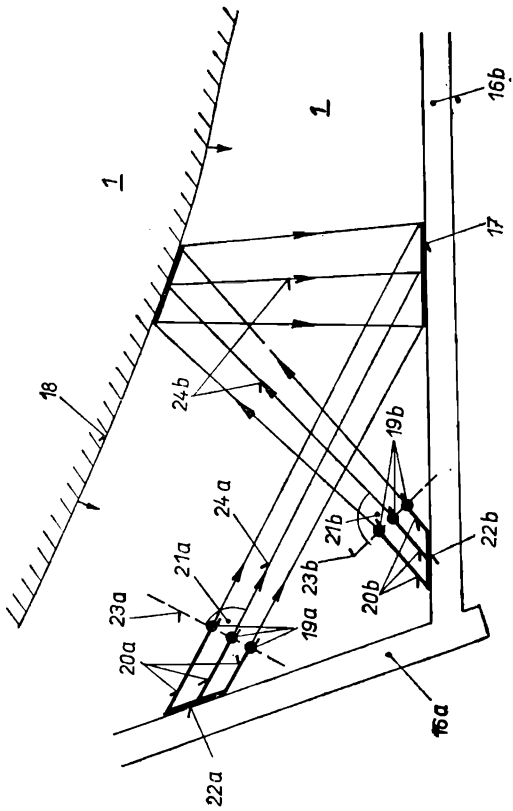


Fig. 8

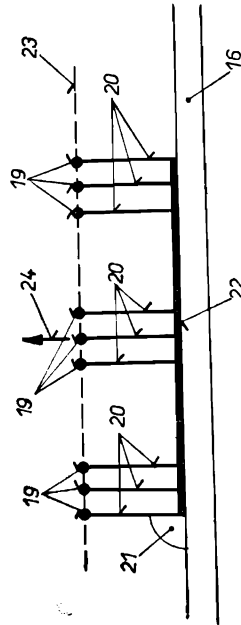


Fig. 9

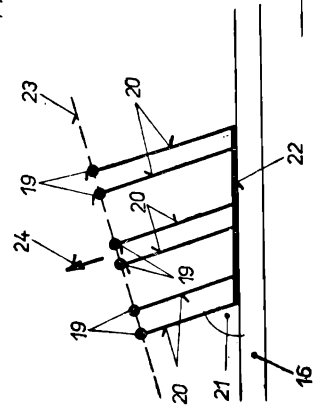


Fig. 10

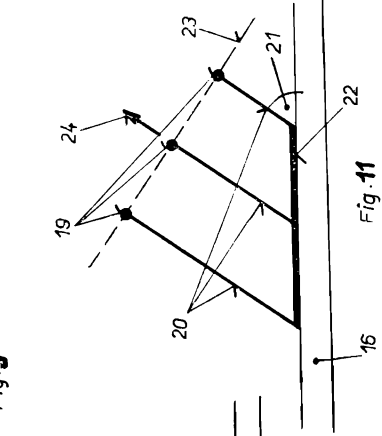


Fig. 11

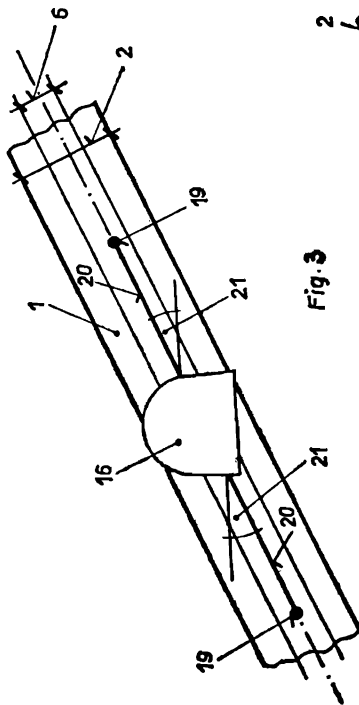


Fig. 3

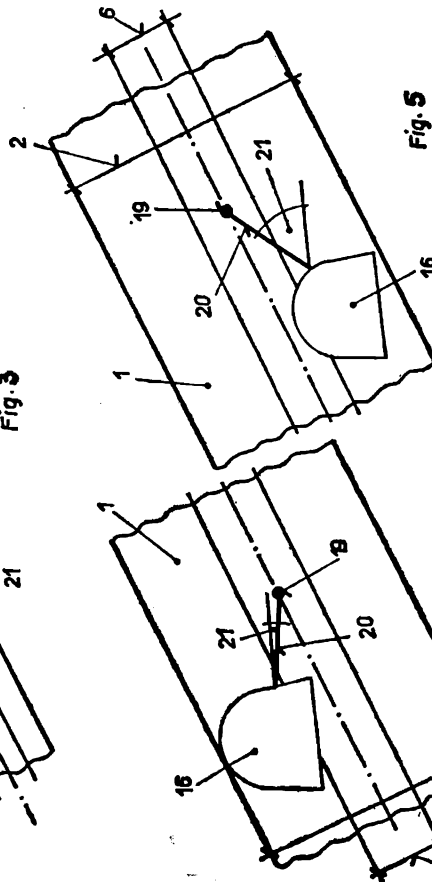


Fig. 5

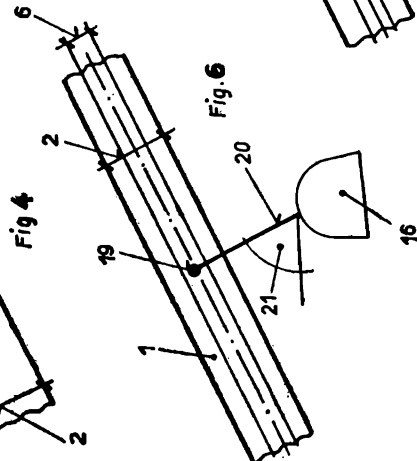


Fig. 6

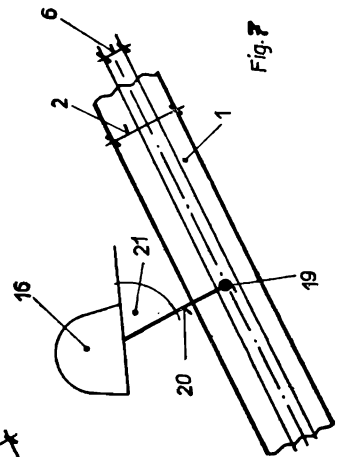


Fig. 7

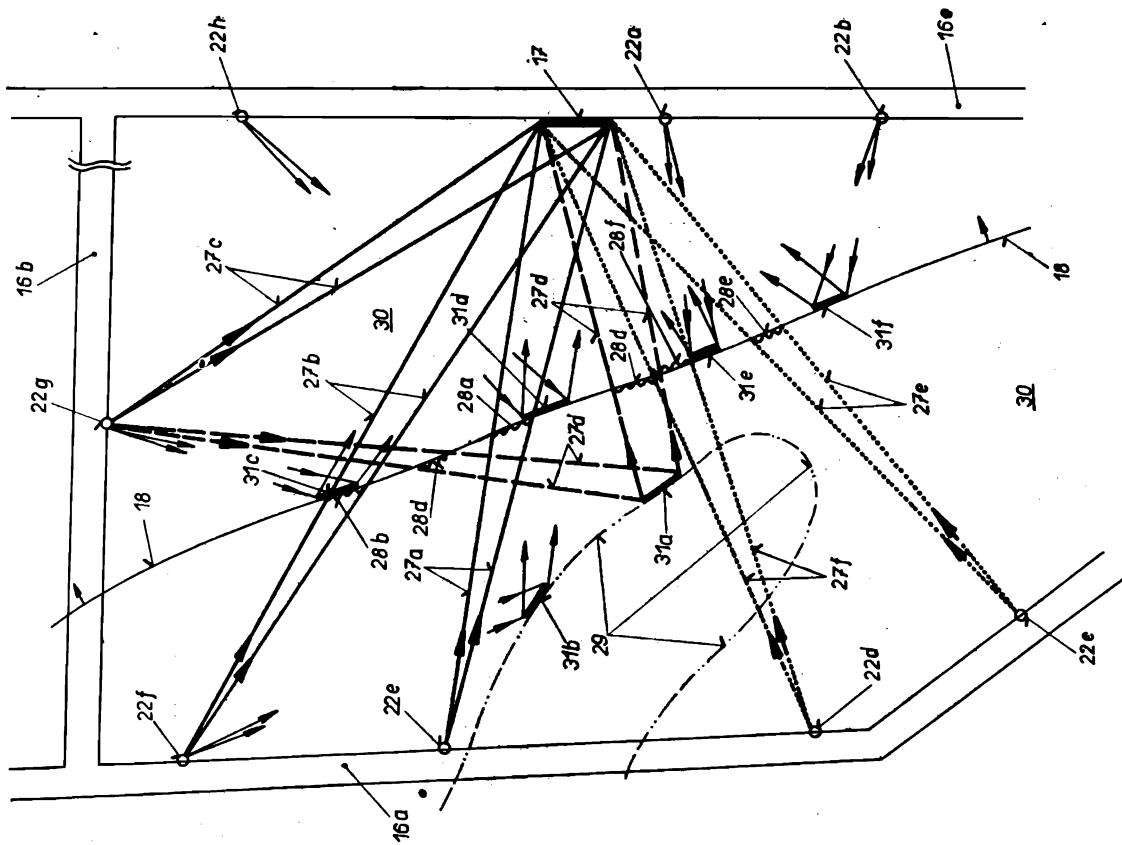


Fig. 11

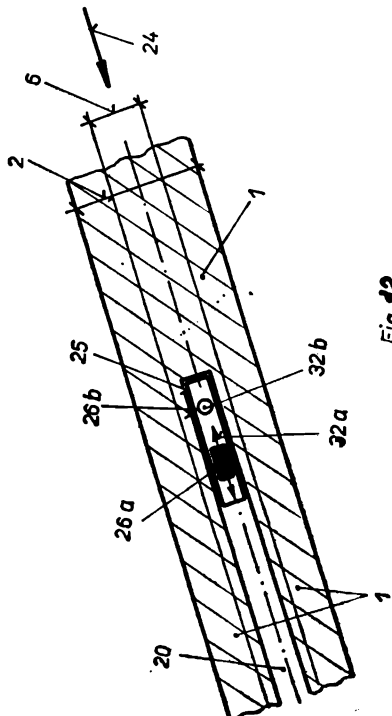


Fig. 12

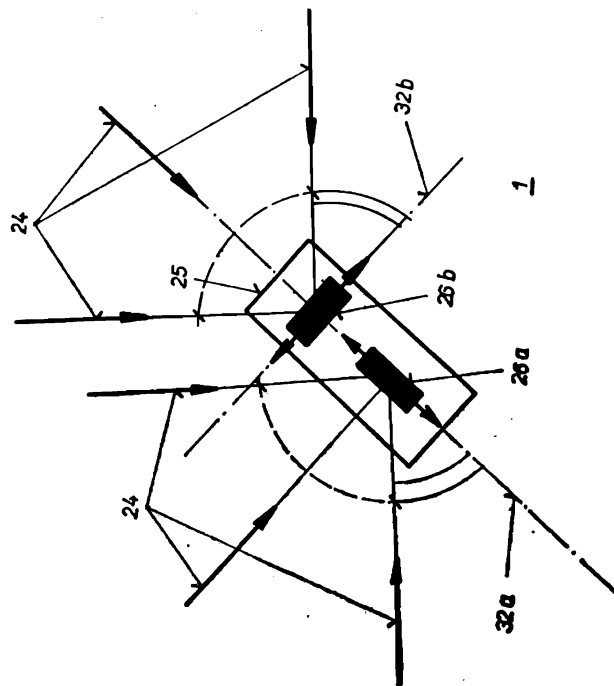


Fig. 13

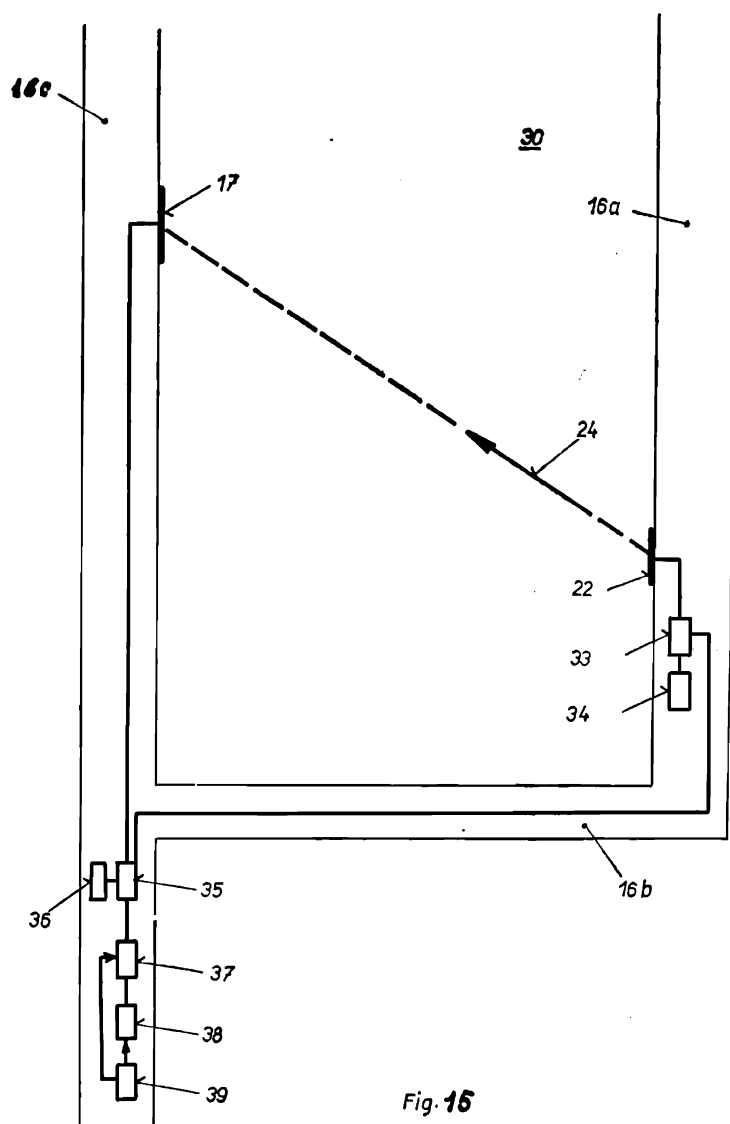


Fig. 15

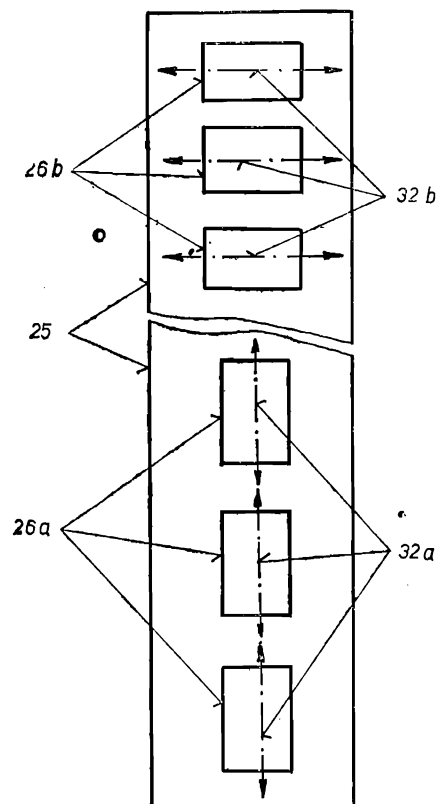


Fig. 16