

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **238569**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **423699**

(22) Data zgłoszenia: **04.12.2017**

(51) Int.Cl.

**E21C 35/08 (2006.01)**

**G01C 3/00 (2006.01)**

**G05D 1/02 (2006.01)**

---

(54) **Sposób pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia,  
zwłaszcza w przestrzeni wyrobiska górniczego przodka**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**17.06.2019 BUP 13/19**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**06.09.2021 WUP 23/21**

(73) Uprawniony z patentu:

**KGHM POLSKA MIEDŹ SPÓŁKA AKCYJNA,  
Lubin, PL  
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**TOMASZ SIWULSKI, Legnica, PL**

---

**PL 238569 B1**

## Opis wynalazku

Wynalazek dotyczy sposobu pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia, zwłaszcza w przestrzeni wyrobiska górniczego przodka. Sposób znajduje zastosowanie do określania położenia maszyn i/lub części narzędziowych będących ruchomym elementem układów maszyn roboczych, cechujących się długim i skomplikowanym łańcuchem połączeń kinematycznych.

Międzynarodowe zgłoszenie wynalazku WO 96/06264 ujawnia sposób sterowania i korygowania kierunku wiercenia z użyciem głowicy, z wykorzystaniem wiązki laserowej padającej na wirujący element zlokalizowany na głowicy, którego położenie jest wykrywane co najmniej w jednej pozycji kątowej za pomocą czujnika kątowego.

Opis patentowy US 6,898,503 dotyczy sposobu wyznaczania położenia maszyny górniczej poprzez pomiar odległości w relacji do rotacji kół, a nadto wyznaczania położenia w odstępach czasowych poprzez określanie profili ścian i porównywanie profili z zachowanymi w pamięci urządzenia sterującego. W rozwiązaniu skanuje się powierzchnie ścian z jednoczesnym pomiarem odległości, co pozwala na określenie położenia pojazdu względem ścian i ewentualnie innych elementów korytarza.

Z kolei opis patentowy US 7,191,060 ujawnia sposób automatycznego prowadzenia maszyny górniczej, w którym droga jest wyznaczona przez kolejne ustalone punkty – źródła sygnału umieszczone wzdłuż trasy komunikacyjnej, a lokalizacja następuje z użyciem urządzenia pozycjonującego znajdującego się na maszynie. Rozwiązanie wymaga umieszczenia odpowiednich znaczników trasy w kopalni.

Znane są, pod nazwą ladaru, urządzenia skanujące powierzchnie przy pomocy wiązki laserowej wykorzystujące osadzone obrotowo źródła emisji wiązki świetlnej z jednoczesną rejestracją parametrów kierunkowych wiązki światła laserowego oraz odległości od powierzchni. Znane są także układy określające położenie narzędzia umieszczonego na końcu łańcucha kinematycznego maszyny roboczej, działające w oparciu o odczyt wartości kątów lub przemieszczeń rejestrowanych w każdej parze kinematycznej wchodzącej w skład części ruchomej maszyny roboczej. Rozwiązanie tego typu wymaga wykorzystania przetworników w liczbie co najmniej odpowiadającej liczbie par kinematycznych oraz zasadniczo nie zapewnia możliwości korygowania błędów odczytu położenia wynikających np. z deformacji elementów w łańcuchu kinematycznym.

Opis zgłoszeniowy P.404821 ujawnia sposób wyznaczania położenia ruchomej części obiektu względem obiektu albo otoczenia z użyciem urządzenia emitującego wiązkę świetlną, dalmierza i zespołu fotodetektorowego mającego powierzchnię fotodetektorową osadzonego sztywno na ruchomej części obiektu, sprzężonych z urządzeniem sterująco-rejestrującym zawierającym co najmniej pamięć programowalną i procesor. Według sposobu rejestruje się dane obejmujące pierwsze współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową oraz drugie współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej na wymienioną powierzchnię fotodetektorową, oraz przetwarza się dane aby wykryć przemieszczenie miejsca padania wiązki świetlnej od położenia o pierwszych współrzędnych do położenia o drugich współrzędnych, i koryguje się położenie urządzenia emitującego wiązkę świetlną tak, aby przemieścić miejsce padania wiązki świetlnej od położenia o drugich współrzędnych do położenia o pierwszych współrzędnych. W sposobie rejestruje się zmiany wartości kątów wychylenia wiązki świetlnej względem dwóch prostopadłych osi X, Y, a także rejestruje się odległości między źródłem emisji wiązki świetlnej i powierzchnią fotodetektorową zgodnie w czasie, odpowiednio, z pomiarem pierwszych współrzędnych i drugich współrzędnych. W oparciu o zarejestrowane wartości kątów i odległości wyznacza się zmienione położenie ruchomej części urządzenia lub obiektu względem urządzenia/obektu. Rozwiązanie pozwala na wyznaczenie położenia elementów narzędziowych układów roboczych obiektu (maszyny) względem obiektu, niezależnie od długiego i skomplikowanego łańcucha połączeń kinematycznych pomiędzy układem roboczym a obiektem.

Znane są z literatury oraz praktyki górniczej rozwiązania dotyczące sposobu wybierania złóż pokładowych systemem ubierkowym z zastosowaniem do urabiania calizny ciągłych ładunków materiału wybuchowego, umieszczanych w długich otworach strzałowych, równoległych do linii frontu eksploatacyjnego. Po wykonaniu robót strzałowych, czoło przodka posiada wyrównaną linię, charakterystyczną dla ubierek.

Celem wynalazku jest dostarczenie sposobu pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia, zwłaszcza w przestrzeni wyrobiska górniczego przodka. W szczególności, umożliwia to sterowanie oraz kontrolę położenia wiertarki (żerdzi wiertniczej) urządzenia wiertniczego w odniesieniu do geometrii przestrzeni wyrobiska górniczego podczas wiercenia otworów strzałowych w caliznie przodka kopalni.

Sposób pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia, zwłaszcza w przestrzeni wyrobiska górniczego przodka, z użyciem zespołu emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności oraz dalmierza sprzężonego z zespołem emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności, zestawionych z urządzeniem sterująco-rejestrującym, według wynalazku charakteryzuje się tym, że określa się współrzędne co najmniej dwóch punktów zlokalizowanych na powierzchni wewnętrznej wyrobiska górniczego w układzie kartezjańskim mającym ortogonalne osie, przyporządkowanym do urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia tak, że stosuje się co najmniej jeden zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności mocowany do urządzenia albo ruchomego członu urządzenia, który to zespół emisji obejmuje źródło emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności sprzężone z dalmierzem przyporządkowanym niezależnie do tego źródła emisji, przy czym zespół emisji z dalmierzem jest osadzony wychylnie na module wsporczym zapewniającym ruch zespołu emisji wiązki świetlnej względem dwóch prostopadłych osi, które to zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności, dalmierz i moduł wsporczy są sprzężone z urządzeniem sterująco-rejestrującym zawierającym co najmniej pamięć programowalną i procesor, i naprowadza się wiązkę świetlną na punkt wybrany z grupy obejmującej co najmniej dwa punkty zlokalizowane na powierzchni wewnętrznej wyrobiska górniczego korygując z użyciem modułu wsporczego kąt wychylenia zespołu emisji względem położenia początkowego w dwóch prostopadłych osiach i rejestruje się pakiet danych punktu obejmujący pierwszy kąt padania wiązki świetlnej w płaszczyźnie XZ, drugi kąt padania wiązki świetlnej w płaszczyźnie XY i odległość pomiędzy źródłem emisji a punktem oraz powtarza się procedurę pomiarową dla kolejnego punktu wybranego z grupy obejmującej co najmniej dwa punkty, pozycjonując urządzenie i/lub ruchomy człon urządzenia względem co najmniej dwóch punktów ustalonych na powierzchni wewnętrznej wyrobiska górniczego. Korzystnie, do wyznaczenia kierunku wiercenia uwzględnia się kąt nachylenia wzdłużnego stropu, poprzez wybieranie dwóch nienakładających się punktów leżących na osi przodka wyznaczonej na stropie wyrobiska, lub na przedłużeniu tej osi. W szczególności, do pozycjonowania wybiera się dodatkowo co najmniej jeden punkt rozmieszczony na stropie wyrobiska poza osią przodka i poza przedłużeniem tej osi, aby przy pozycjonowaniu uwzględnić kąt nachylenia poprzecznego stropu wyrobiska przodka.

Korzystnie, wyznacza się wypukłość czoła przodka najdalej wysuniętą do wnętrza wyrobiska i wyznacza się współrzędne punktu znajdującego się na wierzchołku tej wypukłości w układzie kartezjańskim przyporządkowanym do urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia, aby wyznaczyć, w oparciu o zadany kąt odchylenia pionowego, wirtualną płaszczyznę czoła przodka od której mierzona będzie głębokość wiercenia otworów strzałowych dla uzyskania wyrównanej płaszczyzny powierzchni wtórnej przodka po odstrzale.

Korzystnie, urządzeniem jest kopalniany wóz wiertniczy do wykonywania otworów strzałowych, a ruchomym członem urządzenia jest rama wiertarki z suwliwie osadzoną wiertarką. W szczególności, jako źródło emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności stosuje się źródło emisji wiązki świetlnej spolaryzowanej i monochromatycznej. Moduł wsporczy jest wyposażony, zwłaszcza, w zespoły napędowe do zapewnienia ruchu zespołu emisji wiązki świetlnej względem dwóch prostopadłych osi oraz przetworniki kąta do pomiaru kątów, które to zespoły napędowe oraz przetworniki kąta są sprzężone z urządzeniem sterująco-rejestrującym. Zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności i moduł wsporczy sprzęga się z urządzeniem sterująco-rejestrującym przewodowo, albo z wykorzystaniem sieci bezprzewodowej, albo z wykorzystaniem kombinacji tych połączeń.

Do prowadzenia prac górniczych w przodkach wybierkowych, w celu przygotowania długich otworów strzałowych do umieszczenia w nich i odpalenia ładunków wybuchowych, stosuje się samojezdne wozy wiertnicze, powszechnie zwane wiertnicami. Narzędzia wiertnicze wymienionych wozów montowane są na wysięgnikach. Wysięgniki zawierają kolejne ruchome podzespoły (zawiesie wysięgnika, łączące wysięgnik z ramą nośną samojezdnego wozu wierzącego, zawiesie obrotnika łączące wysięgnik z obrotnikiem, zawiesie ramy i narzędziem roboczym), z których każdy ma dwie pary kinematyczne umożliwiające obrót w płaszczyźnie pionowej i poziomej. W rezultacie położenie narzędzi wiertniczych układów roboczych jest uzależnione od długiego i skomplikowanego łańcucha połączeń kinematycznych.

Dla prawidłowego zorientowania odwiertów otworów, zwłaszcza przystropowych (aby uniknąć uszkodzenia stropu wyrobiska), niezbędne jest dokonanie właściwej korekty ustawienia kopalnianego wozu wiertniczego, albo jego części roboczej. Pożądane jest nadto takie wykonanie otworów strzałowych, aby ich końce znajdowały się w jednej płaszczyźnie, niezależnie od kształtu rzeczywistej powierzchni czoła przodka, aby uzyskać właściwą płaszczyznę wtórną przodka. Wiercenie otworów winno

być wykonane z obowiązującą w danym miejscu metryką strzałową, a zazwyczaj tak, aby otwory strzałowe pod materiał wybuchowy miały osie równoległe względem siebie. Kluczowe jest zatem ustawienie ramy wiertniczej w pozycji referencyjnej w przodku tak, aby wyznaczyć płaszczyzny odniesienia przed każdym rozpoczęciem procesu wiercenia, z uwzględnieniem geodezyjnie wyznaczonego kierunku drążenia przodka (osi wyrobiska i kąta nachylenia stropu, wzdłużnego i poprzecznego). Sposób według wynalazku zapewnia właściwe pozycjonowanie narzędzia wiertniczego bez konieczności mierzenia wartości kątów nachylenia stropu ani osi wyrobiska, jedynie poprzez wyznaczanie wektorów równoległych do osi wyrobiska. Stosowanie sposobu według wynalazku pozwala na zachowanie jednolitej, równej powierzchni stropu, której położenie jest korzystnie związane z kierunkiem usytuowania złoża, na całej urobionej długości przodka w trakcie następujących po sobie odstrzałów. Nadto, stosowanie sposobu pozwala na precyzyjne wiercenie otworów zgodnie z metrykami strzałowymi, dzięki czemu ogranicza się liczbę otworów, których końce wybiegają poza obręb teoretycznie wyznaczonej płaszczyzny w wyrobisku, która to płaszczyzna stanowi przybliżenie docelowej powierzchni przodka. Kształt przodka wtórnego (po odstrzale) będzie zatem zbliżony do teoretycznego obrysu zaprojektowanego w metryce strzałowej. W trakcie eksploatacji złoża uzyskuje się nie tylko zamierzony obrys przodka, lecz również jego poprawne ułożenie względem usytuowania złoża oraz jednolitą płaszczyznę odsłoniętej płyty stropowej w przodkach, zwłaszcza dla skał uławiconych typu osadowego.

Rozwiązanie według wynalazku jest zilustrowane dodatkowo rysunkiem, na którym fig. 1a przedstawia schematycznie układ pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia w widoku z boku, fig. 1b przedstawia schematycznie układ pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia sposobem według wynalazku w widoku z góry, fig. 2 przedstawia praktyczną realizację modułu wsporczego stosowanego w sposobie według wynalazku, fig. 3 przedstawia schematycznie urządzenie z ruchomym członem w przodku wyrobiska górniczego, a fig. 4 przedstawia schematycznie urządzenie z ruchomym członem według innej praktycznej realizacji, w przodku wyrobiska.

Fig. 1a i 1b przedstawiają schematycznie układ pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia sposobem według wynalazku, odpowiednio, w widoku z boku i z góry. Układ obejmuje zespół emisji 1 wiązki światłowej o niskiej rozbieżności wyposażony w co najmniej jedno źródło emisji wymienionej wiązki światłowej 2 o niskiej rozbieżności oraz sprzężony z nim dalmierz. Zespół emisji 1 wiązki światłowej 2 jest osadzony wychylnie na module wsporczym 3 (pokazanym w przykładzie realizacji na fig. 2), który to moduł wsporczy 3 jest zamocowany sztywno na urządzeniu i/lub ruchomym członie urządzenia (niepokazanym). Zespół emisji 1 wiązki światłowej 2 o niskiej rozbieżności, dalmierz oraz moduł wsporczy 3 są sprzężone z urządzeniem sterująco-rejestrującym 4 zawierającym co najmniej procesor i pamięć programowalną.

Moduł wsporczy 3 zespołu emisji 1 wiązki światłowej 2 jest tak skonstruowany, aby zapewnić ruch zespołu emisji 1 wiązki światłowej 2 względem dwóch prostopadłych osi, poziomej  $O_x$  i pionowej  $O_y$ . Taką funkcjonalność modułu wsporczego 3 można uzyskać z wykorzystaniem różnych rozwiązań technicznych, przykładowo z użyciem aktuatora liniowego (takiego jak siłownik hydrauliczny) połączonego bezpośrednio z wychylną płytą, na której jest osadzone źródło emisji wiązki światłowej 2, albo z użyciem zębatego płaskiej współpracującej z kołem zębatym. Fig. 2 przedstawia jeszcze inne, przykładowe rozwiązanie modułu wsporczego 3 zespołu 1 emisji wiązki światłowej 2. W tym rozwiązaniu zespół 1 emisji wiązki światłowej 2 ma zapewniony ruch obrotowy względem osi  $O_y$  osadzonej obrotowo w ramie wewnętrznej 5, która to rama wewnętrzna 5 z kolei ma zapewniony ruch obrotowy względem osi  $O_x$  osadzonej obrotowo w ramie zewnętrznej 6. Wymiary ramy zewnętrznej 6 są tak dobrane, aby umożliwić ruch wychylny ramy wewnętrznej 5 względem płaszczyzny ramy zewnętrznej 6. Rama wewnętrzna 5 i rama zewnętrzna 6 są ukształtowane jako ramy w przybliżeniu kwadratowe, ale mogą też być inaczej ukształtowane, na przykład do postaci współśrodkowych pierścieni.

Korzystnie, zmiany kątów wychylenia źródła emisji wiązki światłowej 2 względem osi  $O_x$  i  $O_y$  są dokonywane z użyciem sterowanych przez zespół sterująco-rejestrujący 4 podzespołów napędowych, a wartości kątowe  $\alpha$  i  $\beta$  zmian wychylenia źródła emisji rejestruje się za pomocą czujników, zwłaszcza z użyciem przetworników kąta.

W korzystnej praktycznej realizacji, do każdej osi obrotu  $O_x$ ,  $O_y$  źródła emisji wiązki światłowej 2 jest przyporządkowany silnik krokowy oraz przetwornik kąta. Kąt obrotu silnika krokowego jest tożsamy z kątem obrotu względem danej osi oraz z kątem rejestrowanym przez przetwornik kąta. Ewentualnie w rozwiązaniu modułu wsporczego 3 stosuje się serwosilniki mające zintegrowane przetworniki kąta.

Z użyciem układu obejmującego zespół emisji 1 wiązki światłowej 2 osadzonego wychylnie na module wsporczym 3, który to moduł wsporczy 3 jest zamocowany sztywno na urządzeniu i/lub ruchomym

członie urządzenia (co pokazano dalej na fig. 3 i 4), w sposobie pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia według wynalazku, określa się współrzędne co najmniej dwóch punktów A, B zlokalizowanych na powierzchni wewnętrznej wyrobiska górniczego w układzie kartezjańskim mającym ortogonalne osie X, Y, Z przyporządkowane do urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia.

W obrębie niniejszego opisu wynalazku i zastrzeżeń patentowych termin punkt nie jest ściśle utożsamiany z pojęciem geometrycznym, które odnosi się do punktu jako bezwymiarowego obiektu geometrycznego. Inaczej, w niniejszym opisie wynalazku i zastrzeżeń patentowych termin punkt oznacza miejsce na powierzchni wewnętrznej wyrobiska, które jest dostępne optycznie, jest ograniczone krzywą zamkniętą (którą to krzywą korzystnie w przybliżeniu jest okrąg lub elipsa) a wielkość miejsca ograniczonego krzywą zamkniętą w przybliżeniu odpowiada wielkości plamki świetlnej generowanej przez wiązkę świetlną 2 niskiej rozbieżności padającą na wybrane miejsce na wewnętrznej powierzchni wyrobiska.

Jako źródło emisji wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności, w sposobie według wynalazku korzystnie stosuje się źródło emisji wiązki świetlnej 2 spolaryzowanej i monochromatycznej, takie jak urządzenie laserowe. Urządzenie laserowe zapewnia generowanie plamki świetlnej na powierzchni wewnętrznej wyrobiska górniczego o możliwie małych rozmiarach i ostrym rozgraniczeniu pola oświetlonego od pola cienia. Bardziej korzystnie, źródłem emisji jest urządzenie laserowe zawierające laser gazowy, laser na ciele stałym lub półprzewodnikowy emitujący wiązkę światła 2 w zakresie widzialnym lub bliskiej podczerwieni, jeszcze bardziej korzystnie w zakresie 380–1100 nm, a zwłaszcza w zakresie 580–950 nm.

Urządzenie laserowe jest sprzężone z dalmierzem. Dalmierz stanowi urządzenie do określania odległości od wybranego miejsca na powierzchni wewnętrznej dla emitowanej wiązki świetlnej, która to wiązka świetlna korzystnie jest emitowana przez urządzenie laserowe stosowane w niniejszym wynalazku. Pomiar odległości z użyciem dalmierza polega na określeniu czasu przelotu (pomiar okresu czasu upływającego między wystaniem wiązki świetlnej do wykrycia odbitej wiązki świetlnej), lub ewentualnie na wyznaczeniu przesunięcia fazowego fali świetlnej. Korzystnie, w rozwiązaniu według wynalazku stosuje się dalmierz działający na zasadzie czasu przelotu.

W trakcie wyznaczania współrzędnych punktu sposobem według wynalazku zespół emisji 1 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności jest rozmieszczony tak, aby znajdował się zasadniczo w nieprzerwanej komunikacji optycznej z fragmentem powierzchni wewnętrznej wyrobiska, na którym jest zlokalizowany punkt wybrany z grupy obejmującej co najmniej dwa punkty A, B. W obrębie niniejszego opisu wynalazku i zastrzeżeń patentowych, termin zasadniczo nieprzerwana komunikacja optyczna oznacza komunikację optyczną w ośrodku powietrza atmosferycznego, która może ulec okresowemu pogorszeniu wskutek zmniejszonej przejrzystości powietrza atmosferycznego, ale która to zmniejszona przejrzystość (choć może ograniczać kontakt wzrokowy) nie stanowi przeszkody dla wiązki świetlnej 2 emitowanej przez źródło emisji wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności. W szczególności, pomiędzy zespołem emisji 1 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności (a zatem i źródłem emisji wiązki świetlnej) a punktem, którego współrzędne są wyznaczane, aby pozycjonować urządzenie i/lub ruchomy człon urządzenia, nie znajduje się żadna stała przeszkoda optyczna.

W sposobie według wynalazku naprowadza się wiązkę świetlną 2 emitowaną przez zespół emisji 1 wiązki świetlnej 2 sprzężony z dalmierzem, z zastosowaniem modułu wsporczego 3 poprzez przechylenie zespołu emisji 1 względem dwóch prostopadłych osi  $O_x$  i  $O_y$  tak, aby plamka świetlna znalazła się w punkcie wybranym z grupy co najmniej dwóch punktów, którego współrzędne w danym momencie są oznaczane, na przykład w punkcie określonym jako punkt A. Rejestruje się pakiet danych obejmujący pierwszy kąt  $\alpha_A$  padania wiązki świetlnej 2 w płaszczyźnie  $X_Y$  układu kartezjańskiego i drugi kąt padania  $\beta_A$  wiązki świetlnej 2 w płaszczyźnie  $X_Z$  układu kartezjańskiego oraz odległość  $R_A$  między zespołem emisji 1 a punktem A. Następnie powtarza się procedurę pomiarową i naprowadza się wiązkę świetlną 2 emitowaną przez zespół emisji 1 wiązki świetlnej 2 sprzężony z dalmierzem, z zastosowaniem modułu wsporczego 3 poprzez przechylenie zespołu emisji 1 względem dwóch prostopadłych osi  $O_x$  i  $O_y$  tak, aby plamka świetlna znalazła się w punkcie B, aby wyznaczyć współrzędne tego punktu. Rejestruje się pakiet danych obejmujący pierwszy kąt  $\alpha_B$  padania wiązki świetlnej 2 w płaszczyźnie  $X_Y$  układu kartezjańskiego i drugi kąt padania  $\beta_B$  wiązki świetlnej 2 w płaszczyźnie  $X_Z$  układu kartezjańskiego oraz odległość  $R_B$  między zespołem emisji 1 a punktem B. Dane przekazuje się do urządzenia sterująco-rejestrującego 4, który przypisuje punktom A i B dane identyfikacyjne położenia, takie jak współrzędne położenia układzie kartezjańskim przyporządkowanym do urządzenia i/lub członu ruchomego urządzenia, i zapamiętuje współrzędne punktów A, B.

Fig. 3 przedstawia schematycznie urządzenie 7 – kopalniany wóz wiertniczy, mający ruchomy człon 8 – ramę wiertarki 9 osadzoną ruchomo na wozie wiertniczym, między innymi za pośrednictwem przegubów 10, 11. Ułożenie ruchomego członu 8 w przestrzeni determinuje jednocześnie położenie samej wiertarki 9, gdyż te dwa elementy są ze sobą połączone w taki sposób, że możliwy jest tylko wysuw wiertarki 9 względem osi wzdłużnej ruchomego członu 8. W pracach strzałowych konieczne jest uwzględnienie zasady, iż wiercenie otworów, zwłaszcza strzałowych, wykonuje się tak, aby umiejscowić je względem siebie w określonej odległości z zachowaniem określonych położów kątowych. W szczególnych przypadkach jest wymagane, aby otwory strzałowe rozmieścić równolegle względem siebie. Urządzenie 7, takie jak kopalniany wóz wiertniczy, jest wyposażone w zespół emisji 1 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności zawierający źródło emisji wiązki świetlnej 2, takie jak laser (wraz z dalmierzem we wspólnej obudowie) zamontowany na module wsporczym 3. W rozwiązaniu przedstawionym na fig. 3 moduł wsporczy 3 jest osadzony sztywno na konstrukcji urządzenia 7 – wozu wiertniczego, natomiast w rozwiązaniu według fig. 4 moduł wsporczy 3 jest osadzony na ruchomym członie 8. Zespół sterująco-rejestrujący 4 w komunikacji z zespołem emisji 1, dalmierzem i modulem wsporczym 3 jest osadzony na urządzeniu 7 (wozie wiertniczym), przy czym rozwiązanie według fig. 3 przedstawia wymienione zestawienie w komunikacji przewodowej, a rozwiązanie według fig. 4 przedstawia wymienione zestawienie w komunikacji bezprzewodowej.

W przykładowym rozwiązaniu urządzenie 7 – kopalniany wóz wiertniczy, mający człon ruchomy 8 stanowiący ramę wiertarki 9, jest wyposażony w dalmierz DT500 A523 z laserem czerwonym, który jest zamocowany na module wsporczym 3 o konstrukcji przedstawionej na fig. 2. W module wsporczym 3 do każdej osi obrotu  $O_x$ ,  $O_y$  jest przyporządkowany silnik krokowy oraz przetwornik kąta. Kąt obrotu silnika krokowego jest tożsamy z kątem obrotu względem danej osi oraz z kątem rejestrowanym przez przetwornik kąta. Dalmierz z laserem oraz silniki krokowe i przetworniki kąta są w komunikacji przewodowej albo bezprzewodowej z zespołem sterująco-rejestrującym 4.

Sposób według wynalazku umożliwia pozycjonowanie urządzenia 7 i/lub ruchomego członu urządzenia 8, takiego jak narzędzie wiertnicze, w trakcie prac w przestrzeni wyrobiska górniczego przodka w odniesieniu do rzeczywistego kierunku zapadania złoża oraz geometrii samego przodka, nie zaś względem pozycji urządzenia 7 czy ruchomego członu 8. Zazwyczaj strop 12 przodka stanowi pojedynczą warstwę litologiczną, którą należy zachować możliwie nieuszkodzoną. Na stropie 12 jest wyznaczony geodezyjnie kierunek drażenia przodka określany jako oś 13 przodka. Poprzez określenie współrzędnych dwóch nienakładających się punktów A i B leżących na osi 13 przodka lub na przedłużeniu tej osi 13 uzyskuje się pozycjonowanie urządzenia 7 i/lub ruchomego członu 8 urządzenia 7 w przestrzeni wyrobiska górniczego przodka względem kierunku drażenia przodka.

Korzystnie, w sposobie pozycjonowania według wynalazku wybiera się ponadto co najmniej jeden dodatkowy punkt (niepokazany) umiejscowiony na stropie 12 wyrobiska poza osią 13 przodka i poza przedłużeniem tej osi 13, aby pozycjonować urządzenie 7 i/lub ruchomy człon 8 urządzenia 7 z uwzględnieniem kąta nachylenia poprzecznego stropu. Właściwe pozycjonowanie urządzenia 7 i/lub ruchomego członu 8 urządzenia 7 z uwzględnieniem kąta nachylenia wzdłużnego i poprzecznego stropu zapewnia, iż kierunek urabiania przodka uwzględnia przestrzenne usytuowanie stropu złoża. W razie potrzeby, na podstawie danych zapamiętanych w urządzeniu sterująco-rejestrującym 4 określa się parametry korygujące pozycjonowanie urządzenia 7 i/lub pozycjonowanie ruchomego członu 8, a następnie koryguje się ustawienie urządzenia 7 i/lub ruchomego członu 8 w relacji do geometrii przestrzeni przodka wyrobiska górniczego.

Zazwyczaj rzeczywista powierzchnia czoła 14 przodka wyrobiska górniczego, wierconego tradycyjnie z pominięciem rozwiązania według wynalazku, nigdy nie odpowiada dokładnie płaszczyźnie geometrycznej, ale dla skutecznego przeprowadzenia prac strzałowych i efektywnego wybierania przodka pożądanym jest, aby powierzchnia wtórna czoła przodka górniczego (czyli powierzchnia czoła przodka po wykonaniu planowanego etapu prac strzałowych) była możliwie zbliżona do płaszczyzny, przy czym kąt pochylenia tej płaszczyzny względem wektora grawitacji może być niezerowy. Sposób według wynalazku w korzystnej praktycznej realizacji umożliwia takie pozycjonowanie urządzenia 7 i/lub pozycjonowanie ruchomego członu 8 urządzenia 7, aby powierzchnia wtórna czoła przodka była możliwie zbliżona do płaszczyzny i aby była nachylona pod żądanym kątem (np. w zależności od kąta zapadania stropu, np. zgodnego z zadaną metryką strzałową). Niniejszym, na potrzeby niniejszego opisu i zastrzeżeń patentowych definiuje się wirtualną płaszczyznę 15 przodka, która to wirtualna płaszczyzna 15 stanowi płaszczyznę referencyjną do określania głębokości wiercenia poszczególnych otworów tak, aby uzyskać żądany efekt polegający na takim wykonaniu otworów strzałowych, aby ich końce znajdowały

się zasadniczo w jednej płaszczyźnie. Wyznacza się wypukłość 16 czoła 14 przodka najdalej wysuniętą do wnętrza wyrobiska i zgodnie z metodologią przedstawioną powyżej wyznacza się współrzędne punktu D znajdującego się na wierzchołku tej wypukłości 16 w układzie kartezjańskim przyporządkowanym do urządzenia 7 i/lub ruchomego członu 8 urządzenia. Na podstawie zapamiętanych pakietów danych dotyczących osi wyrobiska i kąta zapadania złoża, wyznacza się wirtualną płaszczyznę 15 czoła 14 przodka, a następnie określa się kierunek i głębokość wiercenia otworów strzałowych w oparciu o zadany kąt odchylenia pionowego płaszczyzny powierzchni wtórnej przodka.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia, zwłaszcza w przestrzeni wyrobiska górniczego przodka, z użyciem zespołu emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności oraz dalmierza sprzężonego z zespołem emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności, zestawionych z urządzeniem sterująco-rejestrującym, **znamienny tym**, że określa się współrzędne co najmniej dwóch punktów (A, B) zlokalizowanych na powierzchni wewnętrznej wyrobiska górniczego w układzie kartezjańskim mającym ortogonalne osie (X, Y, Z) przyporządkowanym do urządzenia (7) i/lub ruchomego członu (8) urządzenia (7) tak, że stosuje się co najmniej jeden zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności mocowany do urządzenia (7) albo ruchomego członu (8) urządzenia, który to zespół emisji (1) obejmuje źródło emisji wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności sprzężone z dalmierzem przyporządkowanym niezależnie do tego źródła emisji, przy czym zespół emisji (1) z dalmierzem jest osadzony wychylnie na module wsporczym (3) zapewniającym ruch zespołu emisji (1) wiązki świetlnej (2) względem dwóch prostopadłych osi ( $O_x$ ,  $O_y$ ), które to zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności, dalmierz i moduł wsporczy (3) są sprzężone z urządzeniem sterująco-rejestrującym (4) zawierającym co najmniej pamięć programowalną i procesor, i naprowadza się wiązkę świetlną (2) na punkt (A) wybrany z grupy obejmującej co najmniej dwa punkty (A, B) zlokalizowane na powierzchni wewnętrznej wyrobiska górniczego korygując z użyciem modułu wsporczego (3) kąty wychylenia zespołu emisji (1) względem położenia początkowego w dwóch prostopadłych osiach (X, Y) i rejestruje się pakiet danych punktu obejmujący pierwszy kąt ( $\alpha_A$ ) padania wiązki świetlnej (2) w płaszczyźnie  $X_z$ , drugi kąt ( $P_A$ ) padania wiązki świetlnej (2) w płaszczyźnie XY i odległość ( $R_A$ ) pomiędzy źródłem emisji, a punktem (A) oraz powtarza się procedurę pomiarową dla kolejnego punktu wybranego z grupy obejmującej co najmniej dwa punkty (A, B), pozycjonując urządzenie (7) i/lub ruchomy człon (8) urządzenia względem co najmniej dwóch punktów ustalonych na powierzchni wewnętrznej wyrobiska górniczego.
2. Sposób pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia w przestrzeni wyrobiska górniczego przodka, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do wyznaczenia kierunku wiercenia uwzględnia się kąt nachylenia wzdłużnego stropu, poprzez wybieranie dwóch nienakładających się punktów (A, B) leżących na osi (13) przodka wyznaczonej na stropie (12) wyrobiska, lub na przedłużeniu tej osi (13).
3. Sposób pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia w przestrzeni wyrobiska górniczego przodka, według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że do pozycjonowania wybiera się dodatkowo co najmniej jeden punkt (C) rozmieszczony na stropie (12) wyrobiska poza osią przodka (13) i poza przedłużeniem tej osi (13), aby przy pozycjonowaniu uwzględnić kąt nachylenia poprzecznego stropu wyrobiska przodka.
4. Sposób pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia według zastrz. 1 albo 2 albo 3, **znamienny tym**, że wyznacza się wypukłość (16) czoła (14) przodka najdalej wysuniętą do wnętrza wyrobiska i wyznacza się współrzędne punktu (D) znajdującego się na wierzchołku tej wypukłości (16) w układzie kartezjańskim przyporządkowanym do urządzenia (7) i/lub ruchomego członu (8) urządzenia (7), aby wyznaczyć, w oparciu o zadany kąt odchylenia pionowego, wirtualną płaszczyznę (15) czoła (14) przodka, od której mierzona będzie głębokość wiercenia otworów strzałowych dla uzyskania wyrównanej płaszczyzny powierzchni wtórnej przodka po odstrzale.
5. Sposób pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia według zastrz. 1–4, **znamienny tym**, że urządzeniem (7) jest kopalniany wóz wiertniczy do wykonywania otworów

strzałowych, a ruchomym członem (8) urządzenia (7) jest rama wiertarki (9) z suwliwie osadzoną wiertarką.

6. Sposób pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia według zastrz. 1–5, **znamienny tym**, że w zespole emisji (1) jako źródło emisji wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności stosuje się źródło emisji wiązki świetlnej (2) spolaryzowanej i monochromatycznej
7. Sposób pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia według zastrz. 1–6, **znamienny tym**, że moduł wsporczy (3) jest wyposażony w zespoły napędowe do zapewnienia ruchu zespołu emisji (1) wiązki świetlnej (2) względem dwóch prostopadłych osi ( $O_x$ ,  $O_y$ ) oraz przetworniki kąta do pomiaru kątów ( $\alpha$ ,  $\beta$ ), które to zespoły napędowe oraz przetworniki kąta są sprzężone z urządzeniem sterująco-rejestrującym (4).
8. Sposób pozycjonowania urządzenia i/lub ruchomego członu urządzenia według zastrz. 1–7, **znamienny tym**, że zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności i moduł wsporczy (3) sprzęga się z urządzeniem sterująco-rejestrującym (4) przewodowo, albo z wykorzystaniem sieci bezprzewodowej, albo z wykorzystaniem kombinacji tych połączeń.



Rysunki

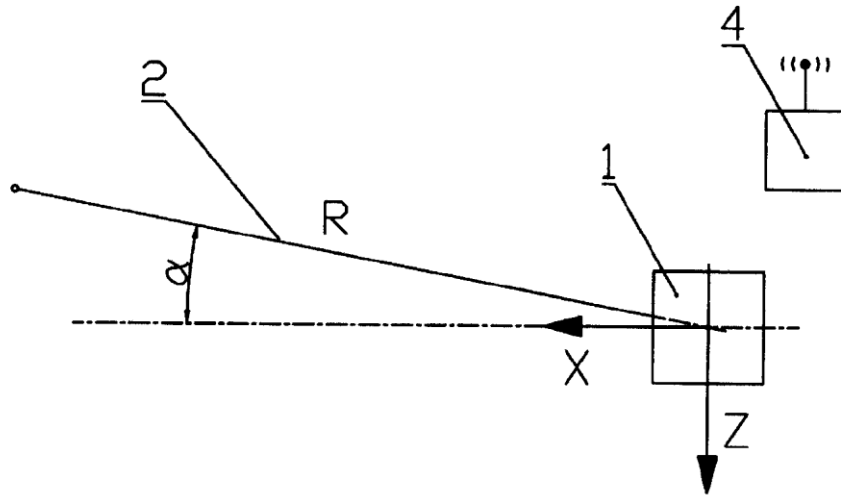


Fig. 1a

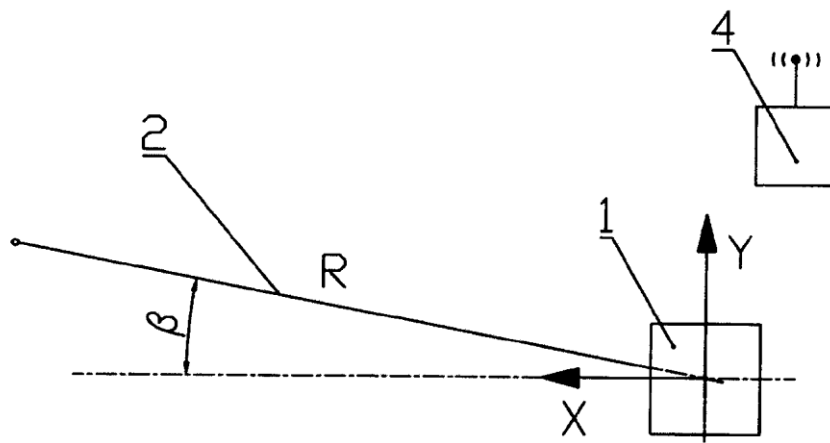


Fig. 1b

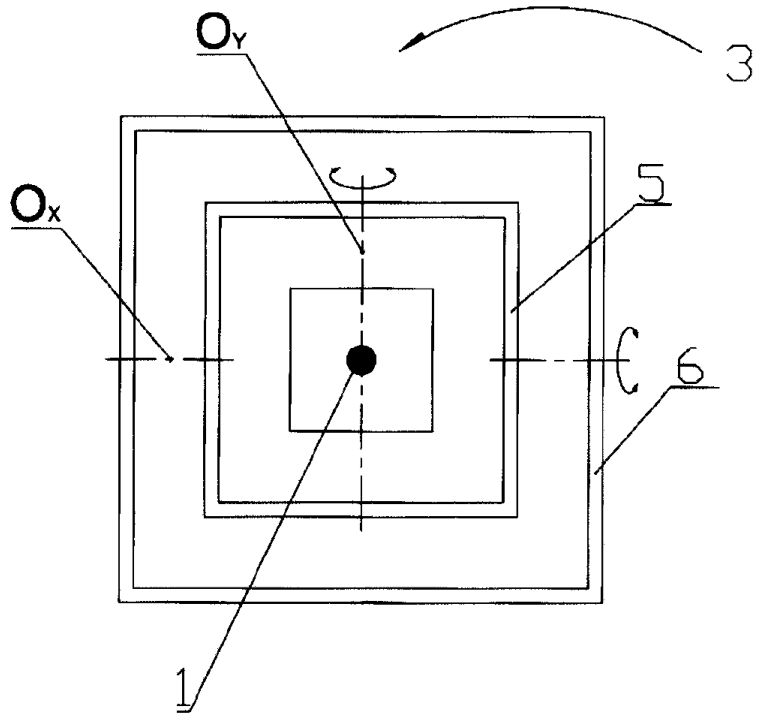


Fig. 2

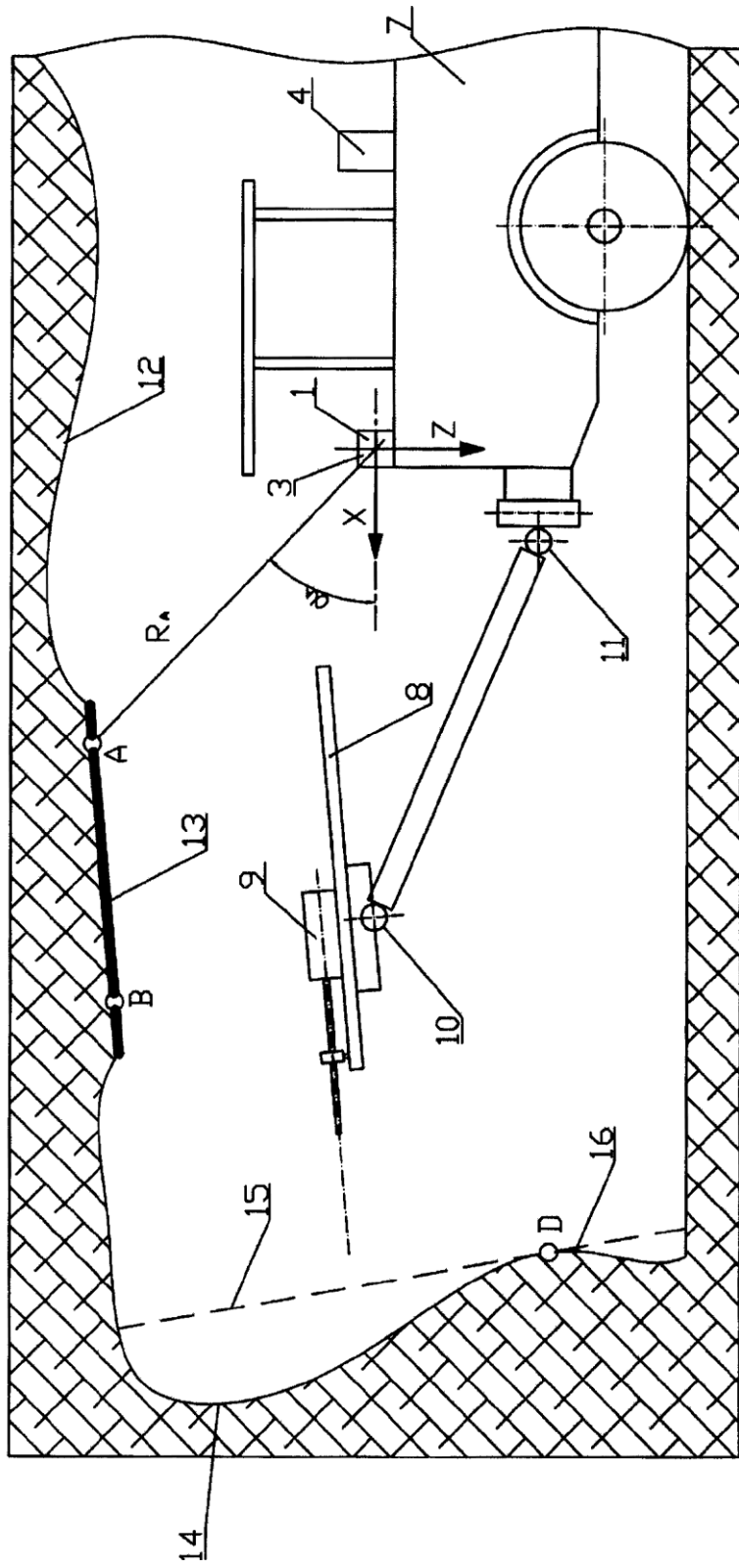


Fig. 3

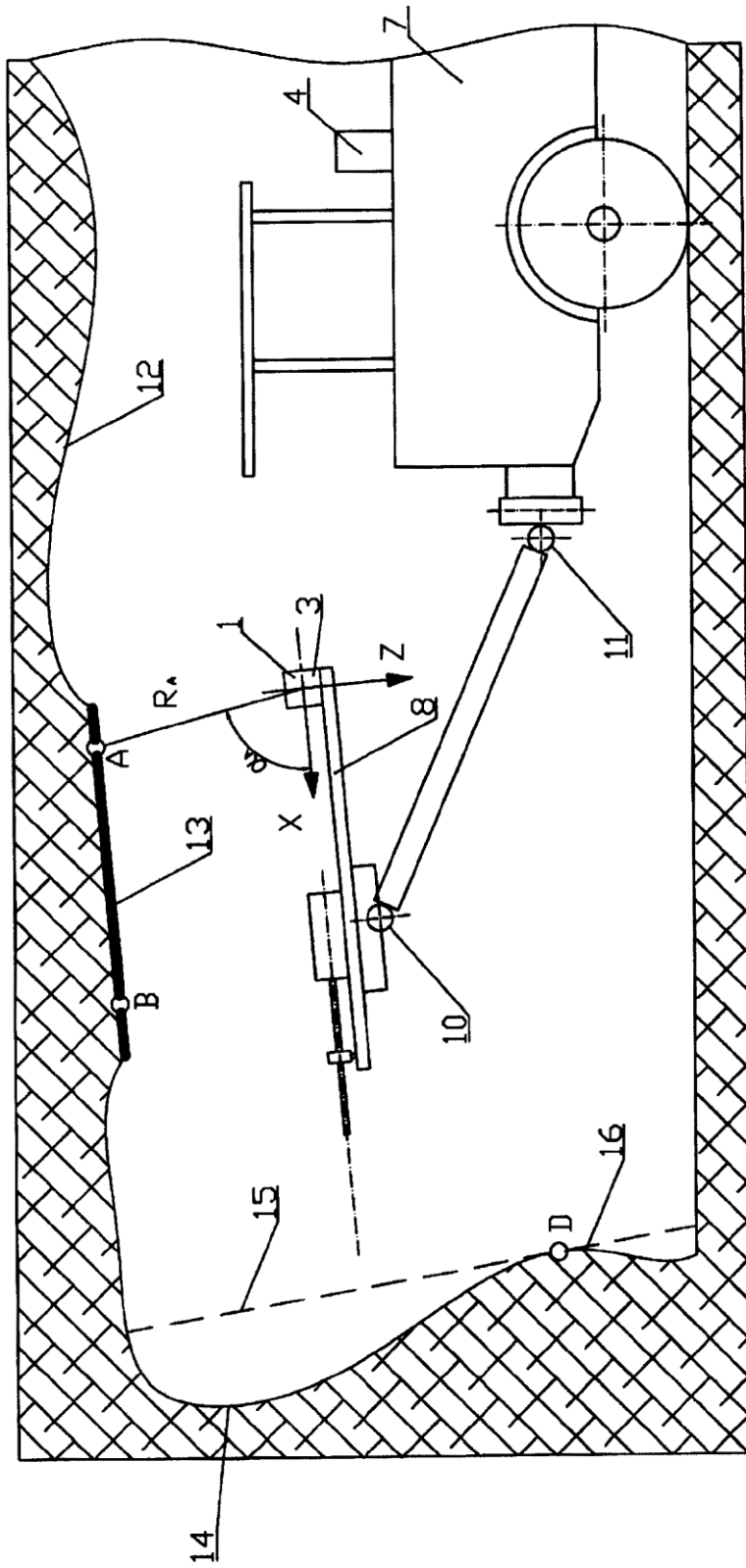


Fig. 4