

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245110 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439207**

(22) Data zgłoszenia: **2021.10.13**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.04.17 BUP 16/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.05.20 WUP 21/2024**

(51) MKP:

E21C 35/18 (2006.01)

E21C 35/19 (2006.01)

E21C 31/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

PIOTR CHELUSZKA, Zabrze, PL

STANISŁAW MIKUŁA, Gliwice, PL

JAROSŁAW MIKUŁA, Gliwice, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Katarzyna Borkowy, Gliwice, PL

(54) Tytuł:

Nóż do skrawania skał z hydrodynamicznymi obrotami wokół osi

PL 245110 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest nóż do skrawania skał z hydrodynamicznymi obrotami wokół osi, przeznaczony do mechanicznego urabiania skał przy drażeniu wyrobisk korytarzowych w górnictwie podziemnym oraz w pracach tunelowych.

Rozwiązanie dotyczy zapewnienia obrotów wokół osi podłużnej noży styczno-obrotowych w celu uzyskania wysokiej efektywności urabiania i równomierności zużywania się ostrzy noży z węglików spiekanych. Gdy nie jest zapewnione skuteczne obracanie się noży wokół ich osi podłużnej następuje bardzo przyspieszone ich zużycie eksploatacyjne, duży wzrost energochłonności urabiania i obciążeń dynamicznych oraz zwiększone generowanie pyłu skalnego, szczególnie groźnego dla zdrowia załóg pracujących w przodku, w jego respirabilnej części, która dostaje się do dróg oddechowych wywołując m.in. pylicę płuc.

Znane sposoby zapewnienia obrotów noży styczno-obrotowych polegają na ustawianiu noży na organach/głowicach urabiających górniczych maszyn urabiających pod kątem skręcenia bocznego, który wywołuje moment obrotowy noża pochodzący od składowej oporu skrawania. Rozwiązania takie zostały opisane m.in. w pracach: Kotwica K. „Zastosowanie wspomaganie wodnego w procesie urabiania skał narzędziami górniczymi”, Wyd. AGH, Karków 2012; Jonak J.: „Teoretyczne podstawy urabiania skał stożkowymi nożami obrotowymi”, Wyd. Pol. Lub., Lublin 1998 czy w pracy Krauze K.: „Zagadnienie ustawienia noży styczno-obrotowych na frezującym organie ślimakowym”, Archiwum Górnictwa, vol. 44, nr 3, 1999, str. 337–349.

Z polskiego opisu patentowego PL374137 znany jest obrotowy nóż styczny do narzędzi urabiających materiały mineralne, który posiada na części roboczej trzonka spiralne wybrania, których celem jest zwiększenie podatności na obroty wokół jego osi wywołane przepływem urobionego materiału. Ponadto część chwytowa trzonka noża oraz gniazdo w uchwycie nożowym posiadają rowki smarne zamknięte pierścieniami uszczelniającymi, dla zmniejszenia momentu sił tarcia w osadzeniu noża w uchwycie nożowym.

W dotychczas znanych rozwiązaniach obracanie noży wokół ich osi podłużnej bazuje na wykorzystaniu składowej oporu skrawania dla wywołania momentu generującego obroty noży styczno-obrotowych.

Niedogodnością tych rozwiązań są obroty noży realizowane pod dużym ich obciążeniem od urabiania, co pociąga za sobą dodatkowe zużycie energii oraz powoduje wzrost zużycia ściernego w strefie osadzenia noży w uchwytach nożowych. Dodatkowo, duża siła docisku noża do uchwytu nożowego w trakcie urabiania jest przyczyną powstania dużego momentu oporowego utrudniającego obracanie się noży.

Zagadnieniem technicznym wymagającym rozwiązania jest opracowanie nowej konstrukcji noża styczno-obrotowego, która wykorzystuje hydrodynamiczne oddziaływanie strumienia wody przepływającej impulsowo pod wysokim ciśnieniem w strefie osadzenia noży.

Rozwiązanie według wynalazku wykorzystuje do realizacji obrotów taką chwilę w każdym cyklu pracy noża, kiedy jego obciążenie jest znikome oraz silnie zmniejszone są opory jego obraca w gnieździe w uchwycie nożowym.

Nóż do skrawania skał z hydrodynamicznymi obrotami wokół osi posiada na powierzchni części chwytowej trzonka noża co najmniej dwa rowki śrubowe charakteryzuje się tym, że rowki śrubowe mają kąt nachylenia $\beta = 25 \div 75^\circ$ względem osi podłużnej noża oraz obwodowe wybranie w strefie przejściowej części chwytowej trzonka noża w jego części roboczej w postaci oprawy ostrza.

Korzystnie nóż do skrawania skał według wynalazku ma część chwytową trzonka noża posiadającą pierścień zabezpieczający wyposażony na obwodzie w ząbki, otwory przelotowe oraz zamek.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania przedstawiono na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia wzdłużny przekrój w strefie osadzenia noża w uchwycie nożowym, Fig. 2 przedstawia alternatywne rozwiązanie zasilania noża wodą oraz sposób posadowienia sprężyny powrotnej, Fig. 3 przedstawia budowę pierścienia zabezpieczającego nóż przed wypadnięciem z uchwytu nożowego, Fig. 4 przedstawia przekrój poprzeczny trzonka noża, Fig. 5 przedstawia szczegół obwodowego wybrania w części roboczej trzonka noża (oprawy ostrza) zmniejszającego spiętrzenie naprężeń w trzonku, zaś Fig. 6 przedstawia nóż styczno-obrotowy w trakcie realizacji jego obrotu wokół osi poprzez reakcyjne oddziaływanie strumienia wody.

Nóż na całej długości części chwytowej **1** trzonka noża posiada równomiernie po obwodzie rozłożone śrubowe rowki **2** o kącie nachylenia β w granicach $25 \div 75^\circ$. Rowki o niewielkiej głębokości mogą

mieć symetryczny przekrój poprzeczny, lub korzystniej, jeśli przekrój rowków jest niesymetryczny, jak to ilustruje przekrój poprzeczny trzonka noża Fig. 4. W przykładzie wykonania pokazano cztery rowki rozmieszczone co 90° . W strefie przejścia części chwytowej **1** trzonka noża w jego część roboczą (oprawę ostrza) **4** nóż posiada obwodowe wybranie **3**, korzystnie o zmiennym promieniu (Fig. 5: $r = \text{var}$), wzrastającym w kierunku części chwytowej **1** trzonka noża. Wybranie **3** służy ułatwieniu technologii wycinania rowków śrubowych **2** oraz silnie łagodzi spiętrzenie naprężeń w strefie wybrania, a pochodzących od zginania trzonka noża podczas skrawania skały. Służy to wydajnej poprawie odporności trzonków noży na zmęczeniowe złamanie, która to forma zniszczenia noży dość często występuje w eksploatacji, zwłaszcza przy urabianiu skał trudno urabialnych.

Nóż ze śrubowymi rowkami **2** jest ustalony w uchwycie nożowym **13** przy użyciu pierścienia zabezpieczającego **5** o specjalnej konstrukcji (Fig. 3). Na zewnętrznej powierzchni pierścienia zabezpieczającego **5** wykonane są obwodowe ząbki **6** zazębiające się z odpowiadającymi im ząbkami w gnieździe uchwytu nożowego **13**. Wykonany ze sprężystej stali pierścień zabezpieczający **5** posiada zamek **5a**, służący zamknięciu nadmiernego przepływu wody w czasie, gdy jest to niepożądane. Dla umożliwienia przepływu wody we właściwym momencie w pierścieniu zabezpieczającym **5** wykonane są otwory przelotowe **7**. Sprężysty pierścień zabezpieczający **5** służy trwałemu ustaleniu położenia wzdłużnego noża z zapewnieniem odpowiedniego luzu wzdłużnego L . Następuje to przy montażu noża w uchwycie nożowym poprzez mocne jego wbicie od strony ostrza. Po stronie przeciwnej do ostrza noża uchwyt nożowy jest szczelnie zamknięty korkiem **8** wyposażonym w instalację doprowadzającą wodę **10** z zaworem zwrotnym **9**. Ciśnienie wody zasilającej p w przestrzeni pod trzonkiem noża regulowane jest wkładką **12**.

Fig. 2 przedstawia alternatywne ukształtowanie korka **8** i zaworu zwrotnego **9**, w którym regulacja napięcia sprężyny zaworu zwrotnego **9** odbywa się poprzez dobór grubości podkładki **15**.

Nóż w uchwycie nożowym utrzymywany jest w pozycji wyjściowej przez sprężynę powrotną **11**. Alternatywnie, sprężyna powrotna **11** oparta może być na łożysku tocznym **14** (Fig. 2). Korzystnym jest wykorzystanie wzdłużnego łożyska tocznego z nierdzewnymi pierścieniami i elementami tocznymi ceramicznymi. Łożyska te mogą pracować bez smarowania w wodzie.

Realizacja obrotów noża wokół osi podłużnej w każdym cyklu skrawania odbywa się w sposób następujący. Gdy ostrze noża wchodzi uderowo w kontakt z urabianą calizną, nóż szybkim ruchem wycofuje się w głąb uchwytu nożowego w ramach luzu L na pierścieniu zabezpieczającym **5**. Ruch trzonka noża wywołuje impulsowy duży wzrost ciśnienia wody wypełniającej przestrzeń pod jego częścią chwytową **1**. Powoduje to zamknięcie zaworu zwrotnego **9** i dalszy wzrost ciśnienia wody, gdyż trzonek noża pełni wówczas rolę tłoka. Następuje wówczas otwarcie drogi przepływu wody przez pierścień zabezpieczający **5**, która otworami przelotowymi **7** dostaje się do rowków śrubowych **2** wykonanych w części chwytowej **1** trzonka noża, co ilustrują strzałki na Fig. 6. Podczas, gdy nóż przemieszcza się w głąb uchwytu nożowego **13** z prędkością v , następuje zwielokrotnienie prędkości przepływu wody rowkami śrubowymi **2**. Zwielokrotnienie prędkości przepływu wody rowkami śrubowymi **2** jest w przybliżeniu równe stosunkowi pola przekroju poprzecznego części chwytowej **1** trzonka noża do sumarycznego pola przekroju poprzecznego rowków śrubowych **2**. Szybki przepływ wody rowkami śrubowymi **2** wywołuje hydrodynamiczny moment reakcyjny M_h powodujący obrót noża wokół jego osi podłużnej (Fig. 4). Obrotowi noża sprzyja niewielkie na tym etapie jego obciążenie R_o oraz to, że obrót odbywa się w warunkach smarowania wodą i ruchowego współczynnika tarcia, bardzo małego w stosunku do współczynnika tarcia spoczynkowego.

Przepływająca ruchem śrubowym woda dodatkowo zawirowana przez obwodowe wybranie **3** w części roboczej **4** trzonka noża (oprawie ostrza) efektywnie usuwa zanieczyszczenia pyłowe z powierzchni oporowych uchwytu nożowego **13** i kołnierza oporowego części roboczej **4** trzonka noża. Powoduje to zmniejszenie zużycia obu elementów w tej strefie. Dodatkowo, przepływająca woda chłodzi nóż, dzięki czemu zachowane są wysokie własności mechaniczne materiału trzonka noża i jego ostrza. Obwodowe wybranie **3** zwiększa powierzchnię wymiany ciepła. Korzystne dla chłodzenia noża jest też silne zawirowanie wypływającej wody. Obroty noża mogą być dodatkowo ułatwione przez oparcie sprężyny powrotnej **11** na łożysku tocznym **14** (Fig. 2).

Wypływ wody i obrót noża trwa tak długo, jak długo kołnierz oporowy trzonka noża nie oprze się na powierzchni oporowej uchwytu nożowego **13**. Wówczas opory obrotu silnie wrastają, gdyż nóż przenosi już pełne obciążenie oporów skrawania. Obrót noża wtedy ustaje. Zamknięty zostaje też przepływ wody. Taka sytuacja trwa przez cały okres skrawania skały w danym cyklu.

Gdy nóż wychodzi z kontaktu z urabianą calizną i zanika jego obciążenie, sprężyna powrotna **11** przemieszcza nóż na zewnątrz uchwytu nożowego do pozycji wyjściowej. Jednocześnie otwiera się zawór zwrotny **9** i przestrzeń pod trzonkiem noża zostaje napełniona nową porcją wody o ciśnieniu p . Pierścień zabezpieczający **5** zamyka przepływ wody wzdłuż trzonka noża, a cały układ jest gotowy do kolejnego, cyklu pracy.

Nóż według wynalazku może być wyposażony w ostrze skrawające dowolnego rodzaju, w tym ostrze typu słupkowego, pierścieniowego i koronowego.

Jednostkowe obroty noży, nawet niewielkie, w każdym cyklu pracy sukcesywnie sumują się, dzięki czemu uzyskiwana jest duża równomierność zużywania się noży i możliwy jest efekt „samoostrzenia się” ostrzy z węglików spiekanych. Służy to zmniejszeniu energochłonności urabiania, obciążeń dynamicznych oraz ograniczeniu generowania pyłu skalnego. Ponadto, dzięki zmniejszeniu współczynnika spiętrzenia naprężeń i efektywnemu chłodzeniu trzonków noży wzrasta trwałość eksploatacyjna noży.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest zmniejszenie obciążeń roboczych noży dzięki rezygnacji z kąta skreślenia bocznego, a więc zmniejszenie zużycia energii i wzrost trwałości elementów układów napędowych maszyn urabiających, przy zachowaniu pełnej ich funkcjonalności. Istotne znaczenie ma bardzo oszczędne gospodarowanie wodą, które ma szczególne znaczenie w maszynach mobilnych. Niewielkie chwilowe zużycie wody dla potrzeb obrotów noży wynika stąd, że do pracy wchodzi sukcesywnie po kolei nóż z krótkimi okresami wykorzystania wody. Znaczenie praktyczne ma wzrost odporności na zużycie ściernie gniazd w uchwytach nożowych dzięki wypłukiwaniu zanieczyszczeń pyłowych. Gdy zużycie powierzchni oporowych uchwytów nożowych i samych noży osiągnie pewną graniczną wielkość, następuje samoczynna korekta położenia pierścieni zabezpieczających noże przed wypadnięciem. Pod działaniem dużego obciążenia noży pierścienie zabezpieczające „przeskakują” na kolejny rowek w uchwytach nożowych, co stabilizuje położenie wzdłużne noży i zachowanie luzu L o założonej wielkości, niezbędnej do prawidłowego działania układu obrotu noży.

Wiele elementów noży o konstrukcji według wynalazku nie podlega zużyciu eksploatacyjnemu, może więc być stosowane wielokrotnie. Dotyczy to pierścieni zabezpieczających, zaworów zwrotnych, korków, sprężyn powrotnych, łożysk tocznych. Również trzonki noży o zwiększonej odporności na złamanie i zużycie ściernie mogą być wykorzystywane ponownie po regeneracyjnej wymianie nadmiernie zużytych ostrzy. Stwarza to duże możliwości zwiększenia efektywności gospodarowania nożami, zwłaszcza gdy regeneracja wykonywana jest bezpośrednio u użytkownika. Duże znaczenie mają wysokie walory ekologiczne rozwiązania według wynalazku.

Szczególnie duża skuteczność realizacji obrotów noży styczno-obrotowych wynika stąd, że siły hydrodynamiczne wywołujące moment obrotowy noży działają na możliwie największym promieniu, stąd też duża jest wartość momentu obracającego noże. Jednocześnie układ może być zasilany wodą o umiarkowanym ciśnieniu, np. z instalacji p.poż.

Zastosowanie w praktyce urabiania skał w górnictwie, budownictwie tunelowym oraz obróbce nawierzchni jezdni, placów i lotnisk noży styczno-obrotowych według wynalazku umożliwia uzyskanie dużych efektów technicznych i ekonomicznych. Służy też wydatnemu zmniejszeniu zagrożeń bezpieczeństwa i poprawie higieny pracy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Nóż do skrawania skał z hydrodynamicznymi obrotami wokół osi posiada na powierzchni części chwytowej **(1)** trzonka noża co najmniej dwa rowki śrubowe **(2)**, **znamienny tym**, że rowki śrubowe **(2)** mają kąt nachylenia $\beta = 25 \div 75^\circ$ względem osi podłużnej noża oraz obwodowe wybranie **(3)** w strefie przejściowej części chwytowej **(1)** trzonka noża w jego części roboczej w postaci oprawy ostrza **(4)**.
2. Nóż do skrawania skał według zastrz. 1, **znamienny tym**, że część chwytowa **(1)** trzonka noża posiada pierścień zabezpieczający **(5)** wyposażony na obwodzie w ząbki **(6)**, otwory przelotowe **(7)** oraz zamek **(5a)**.

Rysunki

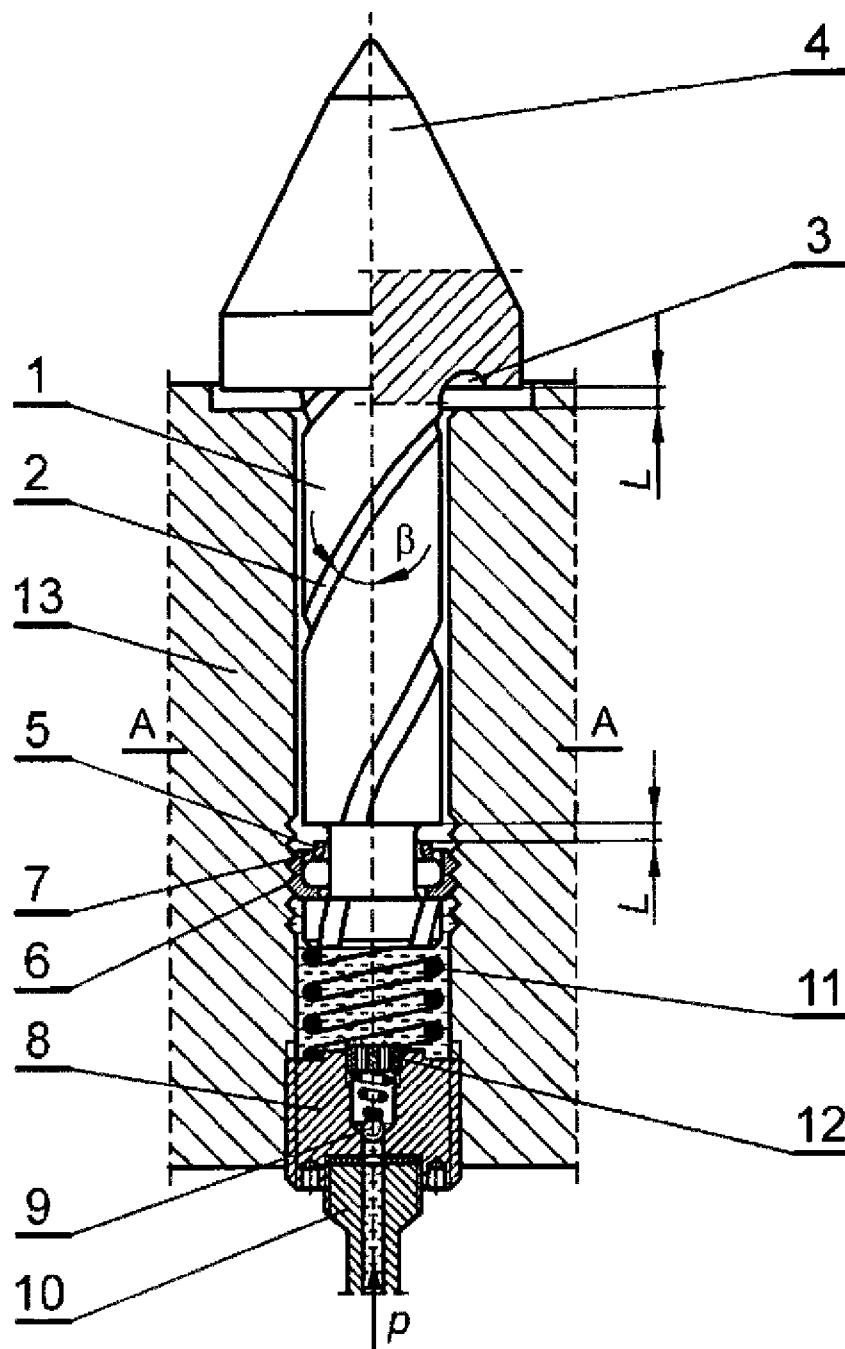


Fig. 1

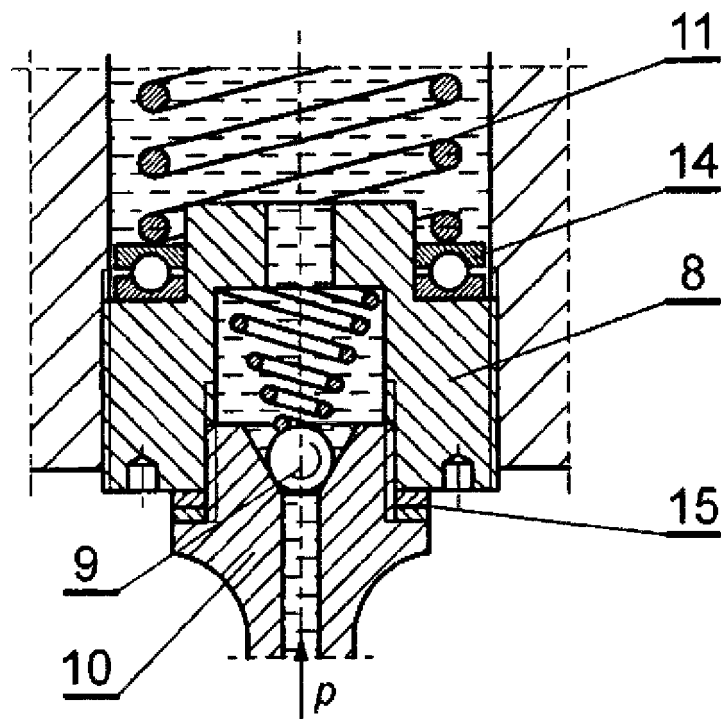


Fig. 2

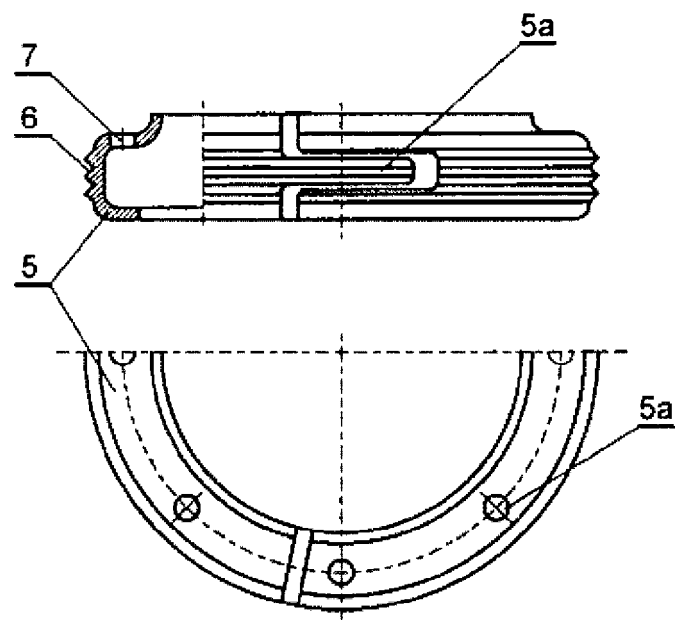


Fig. 3

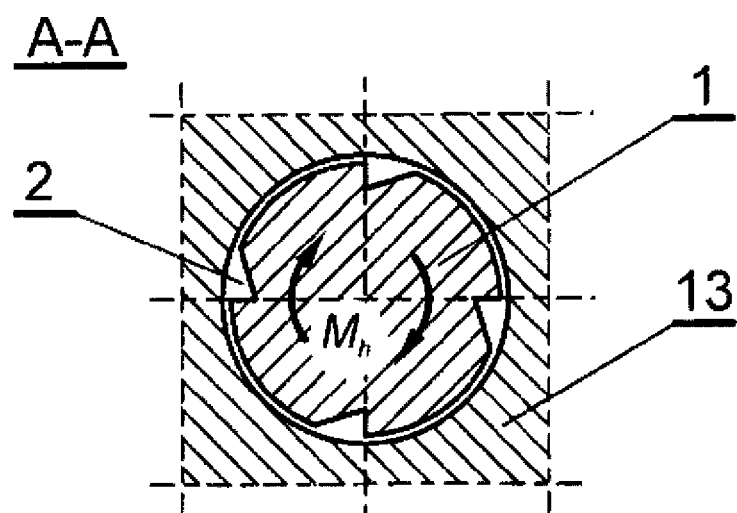


Fig.4

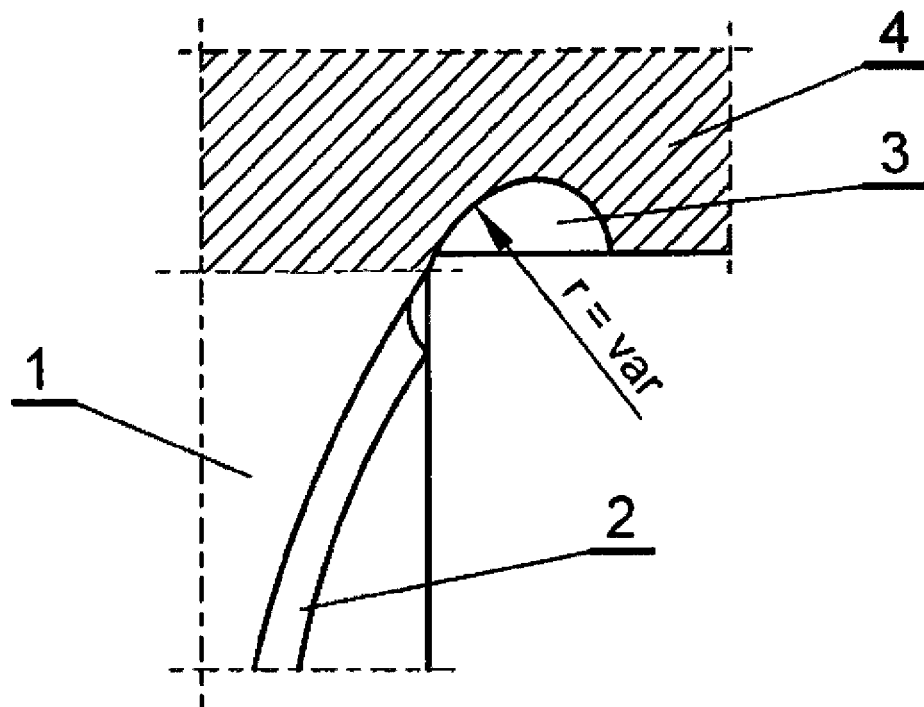


Fig.5

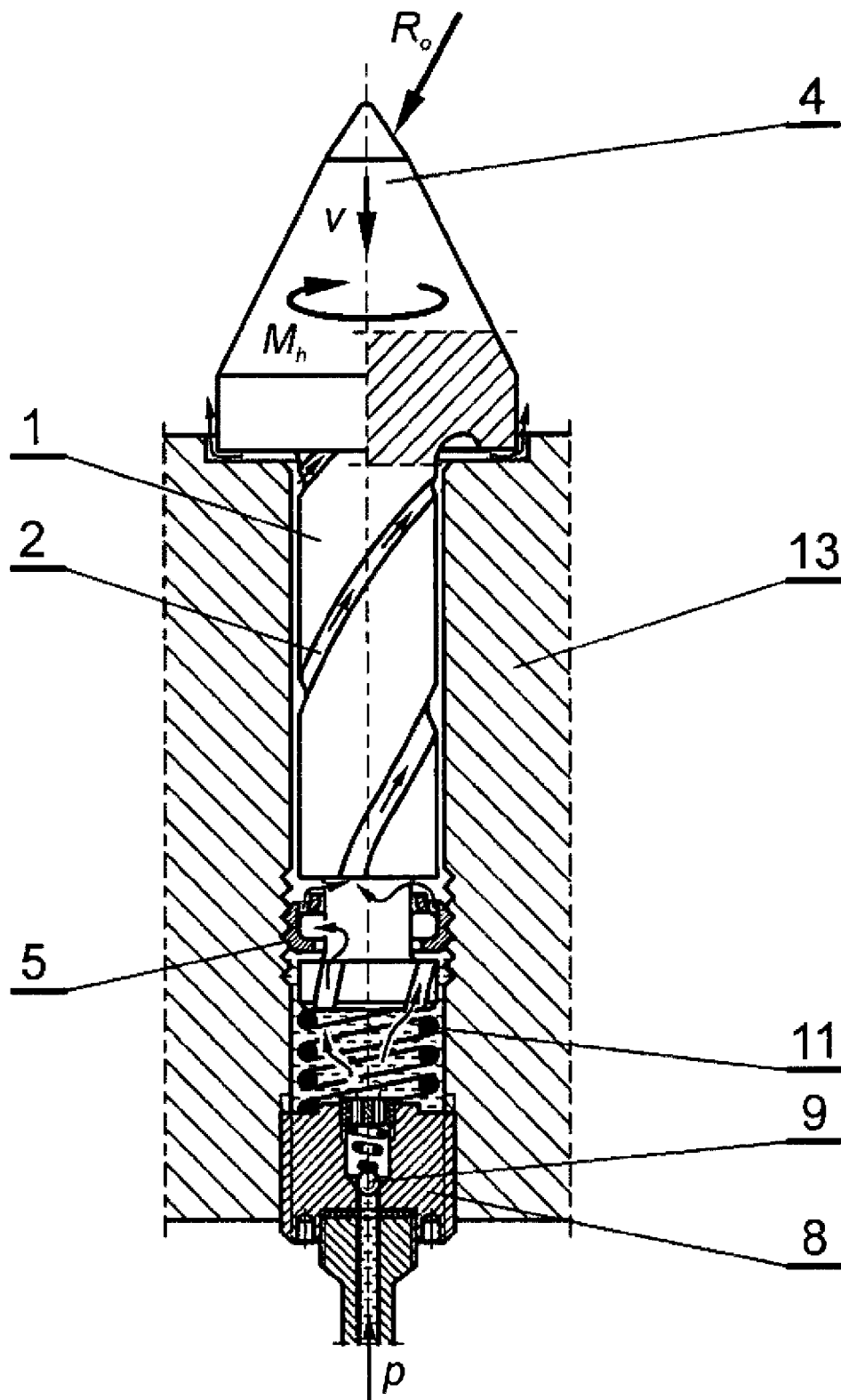


Fig.6