



Patent dodatkowy
do patentu: _____

Zgłoszono: 24. III. 1967 (P 119 656)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 27. VIII. 1968

Kl. 5 b, 3/20

MKP E 21 c 3/20

UKD

Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Kazimierz Turopolski, mgr inż. Stanisław Chwieduk

Właściciel patentu: Zakłady Konstrukcyjno-Mechanizacyjne Przemysłu Węglowego, Gliwice (Polska)

Hydrauliczne urządzenie udarowe

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie udarowe napędzane cieczą pod ciśnieniem. Urządzenie to może być młotkiem lub wiertarką udarową.

Dotychczas powszechnie stosowane są młotki mechaniczne oraz wiertarki udarowe napędzane sprężonym powietrzem. Napęd pneumatyczny obok niewątpliwych zalet ma również poważne wady, które były przyczyną usilnych starań zastąpienia go napędem elektrycznym, elektromechanicznym, lub elektrohydraulicznym. Podstawową wadą napędu pneumatycznego jest bardzo niska sprawność energetyczna, a w związku z tym wysokie koszty eksploatacji. Drugą, niemniej istotną wadą, jest konieczność prowadzenia do maszyny udarowej przewodów sprężonego powietrza, względnie transportu razem z maszyną udarową kompresora o dużych rozmiarach. Przykrą cechą napędu powietrznego jest duży hałas towarzyszący ich pracy, co należy wliczyć również w poczet wad.

Młotki mechaniczne i wiertarki udarowe o napędzie elektrycznym i elektro-mechanicznym nie znalazły szerokiego zastosowania ze względu na niedostateczne efekty pracy (energia uderu, częstotliwość uderów), duży ciężar, małą żywotność, grzanie się w czasie pracy itp.

Znana jest wiertarka udarowa o napędzie elektro-hydraulicznym. Jest ona obciążona podobnymi wadami jak wiertarki o napędzie elektromechanicznym. Przyczyną jest to, że konstrukcja tej wiertarki w niedostatecznym stopniu uwzględniła

2

właściwości cieczy jako czynnika przenoszącego energię.

Konstrukcja hydraulicznego urządzenia udarowego według wynalazku we właściwym stopniu uwzględnia cechy fizyczne cieczy zastosowanej do jej napędu. Ze względu na napęd mas wykonujących ruchy posuwisto-zwrotne o dużej częstotliwości, najistotniejszymi cechami czynnika napędowego są ściśliwość, gęstość i lepkość. Sprężone powietrze dlatego dobrze spełnia rolę czynnika napędzającego tego rodzaju masy, że powyższe cechy fizyczne powietrza szczególnie nadają się do tego celu. Te same cechy jednakże, a w szczególności duża ściśliwość powietrza sprawia, że proces przekazywania energii masie oscylującej poprzez sprężanie powietrza od ciśnienia atmosferycznego do określonego wyższego ciśnienia, a następnie rozprężanie go z powrotem do ciśnienia otoczenia jest bardzo mało ekonomiczny.

Do napędu hydraulicznego urządzenia udarowego, stosuje się jako czynnik przenoszący energię ciecz praktycznie nieściśliwą. Ze względów ekonomicznych jest pożądane, żeby ciecz była nieściśliwa przy sprężaniu jej od ciśnienia otoczenia do ciśnienia roboczego, gdyż w tym przypadku praca włożona dla osiągnięcia ciśnienia roboczego jest bliska zeru. Z kolei, po osiągnięciu ciśnienia roboczego ciecz powinna się stać ściśliwa w tym samym stopniu co sprężone powietrze, gdyż w innym razie niemożliwy byłby przerywany na-

pęd masy poruszającej się ruchem przyspieszonym. Według wynalazku zastosowano ciecz nieściśliwą lecz łącznie z hydraulicznymi akumulatorami gazowymi, dzięki którym ciecz zachowuje się jak gdyby była ściśliwą. W każdym z tych akumulatorów, gaz znajduje się pod ciśnieniem w przybliżeniu równym ciśnieniu robocznemu cieczy.

Budowa hydraulicznego urządzenia udarowego według wynalazku uwzględnia odmienną również innych cech fizycznych cieczy. Wobec znacznie większej gęstości cieczy od gęstości powietrza mogą powstać duże straty energii zużytej na przyspieszanie i hamowanie słupa cieczy. W urządzeniu według wynalazku straty te sprowadzono do minimum przez znaczne uniezależnienie ruchu cieczy od ruchu bijaka, co wyraża się tym, że w komorach bijaka ciecz wiruje zachowując stały kierunek i w przybliżeniu stałą prędkość bez względu na kierunek i prędkość bijaka. Ruch bijaka wzdłuż komory powoduje ruch jedynie cienkiej warstewki cieczy na powierzchni bijaka, przy czym amplituda tego ruchu jest kilkadziesiąt razy mniejsza od skoku bijaka. Ruch cieczy w komorze bijaka jest stały również bez względu na to, czy ciecz do danej komory wpływa, czy wypływa z niej.

Cel ten osiągnięto przez odpowiednie ukształtowanie i dobranie wymiarów bijaka, komór bijaka oraz przez odpowiednie usytuowanie i poprowadzenie kanałów wlotowych i wylotowych cieczy z komory bijaka do przewodu odprowadzającego względnie z przewodu doprowadzającego do komory. Jeżeli ruch cieczy z konieczności musi być przerywany, jak np. w pobliżu zaworu sterującego, słup cieczy poruszający się tym ruchem skrócono do minimum przez umieszczenie wyżej wspomnianych akumulatorów jak najbliżej bijaka.

Takie wykonanie urządzenia udarowego według wynalazku pozwala także na zmniejszenie w możliwie dużych granicach strat energii potrzebnej na pokonanie oporów przepływu cieczy przez urządzenie. Temu samemu celowi służy również zachowanie małych prędkości przepływu cieczy w kanałach i komorach urządzenia, co osiąga się po pierwsze dzięki małemu natężeniu przepływu cieczy, po drugie przez zastosowanie dużych przekrojów kanałów. W ten sposób, dzięki właściwej konstrukcji urządzenia, udało się osiągnąć małe opory przepływu cieczy pomimo dużej jej lepkości.

Elementem konstrukcyjnym hydraulicznego urządzenia udarowego według wynalazku, którego budowa i sposób działania są podyktowane odmiennymi cechami fizycznymi cieczy w porównaniu z powietrzem jest element sterujący ruchem bijaka. Został on wykonany jako kurek obrotowy. W ten sposób osiągnięto prostą budowę, pewność działania i szczelność. Jest on obracany silnikiem hydraulicznym, który może równocześnie służyć do obracania żerdzi w przypadku, gdy urządzenie udarowe zostało wykonane jako wiertarka. Zastosowanie kurka obrotowego jako elementu sterującego ruchem bijaka pozwala na otwieranie kanału wlotowego względnie wylotowego na całym przekroju zachowując przy tym stosunkowo mały średni opór przepływu cieczy.

Z wyżej opisanych zasad budowy i działania

hydraulicznego urządzenia udarowego według wynalazku wynikają jego zalety: oszczędność energii, mały ciężar maszyny, łatwość regulowania częstotliwości udarów drogą regulacji obrotów silnika napędzającego kurek sterujący, łatwość regulacji wielkości udaru przez regulację ciśnienia cieczy napędowej, cicha praca, zmniejszenie zespołu napędowego względnie całkowite jego wyeliminowanie itp.

Rysunek przedstawia schematycznie hydrauliczne urządzenie udarowe według wynalazku w różnych odmianach wykonania, a mianowicie poszczególne figury tego rysunku przedstawiają:

Fig. 1 — schemat działania urządzenia udarowego wykonanego jako młotek mechaniczny,

Fig. 2 — schemat działania urządzenia wykonanego jako wiertarka udarowa,

Fig. 3 — przykładowe rozwiązanie konstrukcyjne urządzenia wykonanego jako młotek mechaniczny,

Fig. 4 — przekrój według linii A—A na fig. 3,

Fig. 5 — przekrój według linii B—B na fig. 4,

Fig. 6 — przykładowe rozwiązanie konstrukcyjne urządzenia wykonanego jako wiertarka udarowa,

Fig. 7 — przekrój według linii C—C na fig. 6,

Fig. 8 — przekrój według linii C—C na fig. 6 odmiany urządzenia zbliżonego w wykonaniu do przedstawionego na fig. 6 i 7,

Fig. 9 — przekrój według linii D—D na fig. 6.

Młotek mechaniczny według wynalazku przedstawiony schematycznie na fig. 1 składa się z obudowy 1, bijaka 2, silnika hydraulicznego 3, kurków sterujących 4 i 5, akumulatorów hydraulicznych 6 i 7, sprężyn 8 i 9 przewodów hydraulicznych 10, 11, 12 i 13, zaworu odcinającego 14 oraz grota 15.

Działanie młotka jest następujące. Po otwarciu zaworu odcinającego 14 zostaje uruchomiony silnik hydrauliczny 3, który powoduje obracanie się trzpieni kurków sterujących 4 i 5. Przy ustawieniu kurków pokazanym na fig. 1 ciecz przewodem 10 dopływa do komory akumulatora 6, a następnie kurkiem 4 płynie do komory bijaka 2 powodując jego ruch w kierunku grota 15. Ruch ten jest przyspieszony w wyniku działania akumulatora 6. Na końcu skoku następuje uderzenie bijaka w grot 15.

Ruch jałowy zaczyna się po zamknięciu dopływu cieczy do komory bijaka i otwarciu odpływu cieczy z tej komory, co następuje w trakcie dalszego obracania się trzpieni kurków sterujących. Ruch jałowy odbywa się dzięki działaniu sprężyny 8 ściśniętej w czasie ruchu roboczego. W tym przypadku ciecz wypływa z komory bijaka poprzez kurek sterujący 5 do komory akumulatora 7. Akumulator 7 zawiera gaz o niższym ciśnieniu niż akumulator 6. Dzięki działaniu tego akumulatora ciecz wypływając do jego komory nie powoduje przyspieszania słupa cieczy płynącego przewodem 11. Ograniczenie skoku bijaka w ruchu jałowym stanowi sprężyna 9. W trakcie dalszego obracania się trzpieni kurków sterujących następuje otwarcie kurka 4, a zamknięcie kurka 5, po czym cykl zaczyna się powtarzać.

Przykład rozwiązania młotka mechanicznego o schemacie na figurze 1 przedstawiają figury 3, 4 i 5. Kanały wlotowy i wylotowy cieczy z komory

bijaka 2 przechodzą przez jeden kurek sterujący 4, co nie jest uwidocznione na schemacie na figurze 1. Trzpień kurka jest łożyskowany na łożyskach igiełkowych 16, a tulejka 17, stanowiąca kadłub kurka, luźnie spoczywa na trzpieniu. Dzięki takiemu rozwiązaniu straty energii na obracanie trzpienia kurka zostały zredukowane do minimum. Tulejka 17 jest uszczelniona w stosunku do kadłuba uszczelnieniami 18.

Kanał wlotowy 19 i wylotowy 20 (fig. 4) wchodzi do komory bijaka stycznie do jej ściany bocznej 21. Dzięki temu ruch cieczy w komorze odbywa się stale zgodnie ze strzałką na fig. 4 bez względu na to, czy ciecz wpływa do komory, czy wypływa z niej. Średnica komory jest o tyle większa od średnicy bijaka, działającego w komorze jako tłok, żeby przekrój, którym ciecz dopływa do czynnej powierzchni tłoka, był odpowiednio duży w celu zmniejszenia oporów przepływu do minimum. Dzięki takiemu rozwiązaniu również amplituda ruchu oscylacyjnego cząsteczek cieczy jest znacznie zredukowana w stosunku do skoku bijaka.

Odnosi się to zarówno do ruchów poosiowych cząsteczek jak i promieniowych, co osiągnięto przez nadanie końcówce tłoka kształtu opływowego. Rozwiązanie budowy młotka mechanicznego zostało tak pomyślane, żeby określoną porcję cieczy pod ciśnieniem można było w odpowiednio krótkim czasie wtłoczyć względnie wytłoczyć z komory bijaka, z możliwie najmniejszymi stratami przy zachowaniu w przybliżeniu ciągłego, jednostajnego przepływu cieczy z małą prędkością. Pozytywne rozwiązanie tak postawionego zadania jest równoznaczne z osiągnięciem przez młotek mechaniczny napędzany hydraulicznie założonych efektów pracy.

Fig. 2 przedstawia schematycznie hydrauliczne urządzenie udarowe wykonane jako wiertarka udarowa. W obudowie 1 mieści się bijak 2, który przechodzi przez dwie komory 22 i 23. Bijak znajduje się pod działaniem sprężyny 24. Do komór bijaka prowadzą dwa kanały wlotowe 19 i dwa kanały wylotowe 20. W każdym z nich mieszczą się kurki sterujące 4, 5, 25 i 26. Kanały prowadzą do komór 27 i 28 akumulatorów 6 i 7. Komory akumulatorów łączą się z wlotem i wylotem przewodami hydraulicznymi 29 i 30. Przewody 31 i 32 doprowadzają ciecz do silnika hydraulicznego 3. Na dopływie jest umieszczony zawór odcinający 14. Wałki 33 i 34 napędzane przez silnik ukształtowane są w formie trzpieni kurków sterujących. Na przedłużeniu wałka 33 jest zaklinowane koło zębate 35, które zazębia się z kołem zębatym 36, osadzonym na tulei 37 prowadzącej żerdź wiertniczą 38.

Działanie wiertarki jest następujące. Po otwarciu zaworu odcinającego 14 zostaje uruchomiony silnik hydrauliczny 3, który za pośrednictwem wałków 33 i 34 obraca trzpień kurków 4 i 25 oraz 5 i 26. W położeniu kurków sterujących przedstawionym na fig. 2 ciecz dopływa przewodem 29 do komory 27 akumulatora 6, a stąd przez kurek 25 do komory 22 bijaka 2, powodując ruch bijaka w kierunku sprężyny 24. W wyniku tego ruchu bijaka sprężyna 24 zostaje ściśnięta, a część cieczy z komory 23 bijaka zostaje wytłoczona do komory 28 akumulatora 7, skąd pod ciśnieniem równym ciśnie-

niu gazu w akumulatorze 7 odpywa przewodem 30 do zbiornika. W trakcie dalszego obracania się trzpieni kurków następuje zamknięcie kurków 5 i 25, a otwarcie kurków 4 i 26. W tej sytuacji ciecz z komory 27 akumulatora 6 dopływa do komory 23 bijaka, natomiast z komory 22 wypływa do komory 28 akumulatora 7, w którym ciśnienie gazu jest niższe od ciśnienia gazu w akumulatorze 6. Pod działaniem siły sprężyny 24 oraz siły wynikającej z różnicy ciśnień w komorze 22 i komorze 23 bijak porusza się w kierunku żerdzi wiertniczej 38. Ruch bijaka jest przyspieszony na skutek działania siły sprężyny 24 i akumulatora 6. Na końcu skoku następuje udrzenie bijaka 2 w żerdź 38, po czym, po otwarciu kurków 5 i 25 i zamknięciu kurków 4 i 26 cykl zaczyna się powtarzać. Ruch obrotowy wałka 33 jest wykorzystany do obracania żerdzi wiertniczej 38, co następuje poprzez koła zębate 35 i 36 oraz tuleję prowadniczą 37.

Schemat działania wiertarki udarowej według wynalazku może się różnić od przedstawionego na fig. 2 tym, że kurki sterujące 4 i 5 oraz komora 23 mogą być całkowicie wyeliminowane. Wówczas, w ruchu jałowym ciecz dostarczałaby energię magazynowaną w sprężynie 24, a w ruchu roboczym pracowałaby sama sprężyna 24.

Przykładowe rozwiązanie konstrukcyjne hydraulicznego urządzenia udarowego według wynalazku pracującej jako wiertarka udarowa przedstawiają fig. 6, 7; 8 i 9. W wykonaniu wiertarki kanały wlotowe 19 przecinają się z wylotowymi 20, dzięki czemu do sterowania ruchem bijaka wystarcza jeden trzpień kurka z odpowiednio wykonanymi w nim szczelinami (fig. 7), który wraz z napędzającym go wałkiem stanowi jedną całość 4.

Kanały wlotowe i wylotowe poprowadzone są stycznie do ścian bocznych zarówno komór 22 i 23 bijaka 2 jak i komór 27 i 28 akumulatorów 6 i 7. Długość tych kanałów równa się długości komór bijaka, dzięki czemu ciecz dopływa do komory, względnie odpywa z niej na całej jej długości. Dzięki takiemu poprowadzeniu kanałów ciecz zachowuje stały kierunek ruchu jak i w przybliżeniu stałą prędkość tak w komorach bijaka jak i w komorach akumulatorów bez względu na działanie kurka sterującego, tzn. bez względu na to, czy ciecz do danej komory wpływa, czy wypływa z niej. Kierunek ten oznaczają strzałki a. Ruchem przerywanym porusza się jedynie bardzo krótki słup cieczy zawarty w kanałach łączących poszczególne komory.

Bijak 2 w komorach 22 i 23 jest ukształtowany jako tłok różnicowy. Dzięki kilkunastokrotnie wyższemu ciśnieniu cieczy w porównaniu do powietrza sprężonego w wiertarkach pneumatycznych pierścieniowa powierzchnia czynna bijaka może być tyleż krotnie razy mniejsza od powierzchni czynnej bijaków stosowanych w wiertarkach pneumatycznych. Zatem różnica średnic bijaka w danej komorze jest odpowiednio do tego również mała. Celem zmniejszenia do minimum oporów ruchu bijaka powierzchnie walcowe bijaka w danej komorze łączą się ze sobą powierzchnią stożkową o odpowiednio dobranym kącie wierzchołkowym. Przejścia między poszczególnymi powierzchniami stanowią łagodne

łuki. Tego rodzaju ukształtowanie bijaka pozwala na osiągnięcie również innego pożądanego efektu. Jest nim automatyczne ograniczenie skoku bijaka. Mianowicie po przejściu części bijaka o większej średnicy poza ściankę 39 dzielącą komory 22 i 23 ciśnienie w komorach wyrównuje się i zaczyna działać siła hamująca ruch bijaka pochodząca od sprężyny 24. Ścianka działowa 39 przylega ściśle do bijaka, zapewniając szczelne zamknięcie komór, a luźno jest usytuowane względem obudowy 1. Natomiast do obudowy ściśle przylegają płytki 51, które z kolei są luźne w stosunku do bijaka. Szczelność między ścianką 39, a płytkami 51 osiągnięto przez odpowiedni docisk płytek do ścianki.

Średnice wewnętrzne komór bijaka są odpowiednio większe od średnicy bijaka w tych komorach, mianowicie o tyle, żeby ruch wirowy cieczy w komorach odbywał się przy stosunkowo małych oporach. Celem takiego rozwiązania jest również zmniejszenie do minimum oporów na drodze cieczy dopływającej do powierzchni czynnej bijaka, bowiem w tym przypadku ruch osiowy bijaka wywołuje tylko nieznaczne przesunięcia osiowe cząsteczek cieczy. Ruchy cząsteczek cieczy wywołane ruchami bijaka są zasadniczo promieniowe, a ich amplituda równa połowie różnicy średnic bijaka w komorach jest kilkadziesiątkrotnie mniejsza od skoku bijaka. Zatem ciecz dopływa do powierzchni czynnej bijaka na całej powierzchni walcowej komory.

Jako element magazynujący energię oznaczony na schemacie symbolicznie w postaci sprężyny spiralnej 24 został zastosowany akumulator hydrauliczny gazowy przeponowy 40 tego samego typu co akumulatory 6 i 7 jedynie o innym kształcie. Gaz sprężony mieszczący się w akumulatorze działa na bijak za pośrednictwem cieczy wypełniającej komorę 41. Ciecz w komorze podlega zmianom ciśnienia o dużej częstotliwości. Celem niedopuszczenia do grzania się cieczy zamkniętej w komorze 41 następuje stała jej wymiana. W trzpieniu 4 kurka sterującego oraz w obudowie 1 poprowadzone są kanały tego rodzaju, że przy końcu ruchu jałowego bijaka do komory 41 zostaje wstrzyknięta pewna ilość cieczy z komory akumulatora 6 podnosząc przy tym ciśnienie w komorze 41.

Natomiast przy końcu ruchu roboczego bijaka nadmiar cieczy w komorze 41 zostaje odprowadzony do komory 28 akumulatora 7, a stąd do wylotu. Do tego celu służą kanały 42, 43, 44, 45, 46 i 47 (fig. 6 i 9). W przedstawionym rozwiązaniu zastosowano przekładnię zębatą, w której większe koło 36 posiada uzębienie wewnętrzne a jego piasta stanowi prowadnicę żerdzi wiertniczej 38.

Szczegółem nie uwidocznionym na schemacie jest doprowadzenie do żerdzi wody płuczkowej 48.

Fig. 8 przedstawia przekrój odmiany wykonania wiertarki według linii C—C na fig. 6, w której kanały wlotowe 19 i wylotowe 20 nie przecinają się. W tym przypadku akumulatory 6 i 7 są umieszczone wewnątrz trzpieni kurków 4 i 5, wewnątrz których również płynie ciecz do komór bijaka. Kanały 49 i 50 w obudowie 1 służą do odciążenia kurków sterujących.

Zastrzeżenia patentowe

1. Hydrauliczne urządzenie udarowe, w którego obudowie został zastosowany hydrauliczny akumulator gazowy o ciśnieniu gazu w przybliżeniu równym ciśnieniu robocznemu cieczy hydraulicznej, **znamiennie tym**, że ma dwa akumulatory (6, 7) umieszczone w kanałach: wlotowym (19) i wylotowym (20) bezpośrednio przy organie sterującym (4, 5) o ciśnieniu gazu w każdym z nich odpowiadającym ciśnieniu robocznemu cieczy, panującemu w danych miejscach maszyny oraz ma organ sterujący (4, 5) w postaci kurka obrotowego lub pary kurków z silnikiem (3) hydraulicznym do ich obracania, przy czym kanały wlotowy (19) i wylotowy (20) między organem sterującym, a komorami (22, 23) bijaka (2) są styczne do cylindrycznych ścian tych komór, których średnica wewnętrzna jest znacznie większa niż zewnętrzna średnica bijaka w obrębie danej komory.
2. Hydrauliczne urządzenie udarowe według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że osie kurków obrotowych (4, 5, 25, 26) i komór (22, 23) bijaka (2) są równoległe, a kanały w kurkach oraz między kurkami i komorami mają wymiar wzdłużny odpowiadający długości poszczególnej komory.
3. Hydrauliczne urządzenie udarowe według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że ma dwa równoległe kurki (4, 5), z których jeden umieszczony jest w kanale wlotowym (19), a drugi w kanale wylotowym (20).
4. Hydrauliczne urządzenie udarowe według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że ma jeden kurek, w którym przecinają się kanały wlotowy (19) i wylotowy (20).
5. Hydrauliczne urządzenie udarowe według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że jako element magazynujący energię cieczy doprowadzanej do maszyny ma trzeci akumulator gazowy (40) umieszczony współosiowo z bijakiem (2).
6. Hydrauliczne urządzenie udarowe według zastrz. 5, **znamiennie tym**, że ma w bijaku (2) w obudowie (1), oraz w kurku (4) kanały (42, 43, 44, 45, 46, 47) łączące komorę (41) akumulatora (40) z wlotem (27) i wylotem (28).
7. Hydrauliczne urządzenie udarowe według zastrz. 1 ukształtowane jako wiertarka, **znamiennie tym**, że ma przekładnię (35, 36) umieszczoną między organem sterującym (4) a żerdzią wiertniczą (38) w celu nadawania jej obrotów.
8. Hydrauliczne urządzenie udarowe według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że ma ścianę dzielącą komory (22, 23) bijaka (2) utworzoną z płytek (39), ściśle przylegających do bijaka a luźnych w stosunku do wewnętrznych ścian komór oraz z płytek (51) ściśle przylegających do wewnętrznej ściany komór luźnych w stosunku do bijaka, zaś bijak (2) w odcinku przechodzącym przez tę ścianę ma większą średnicę przy czym w krańcowych położeniach bijaka odcinek o większej średnicy mieści się całkowicie w jednej bądź drugiej komorze powodując połączenie komór.
9. Hydrauliczne urządzenie udarowe w/g zastrz. 1,

znamiennie tym, że ma bijak (2), którego poszczególne odcinki mają różne średnice ze-

wnętrzne, a połączenie między tymi odcinkami ukształtowane jest w postaci stożków.

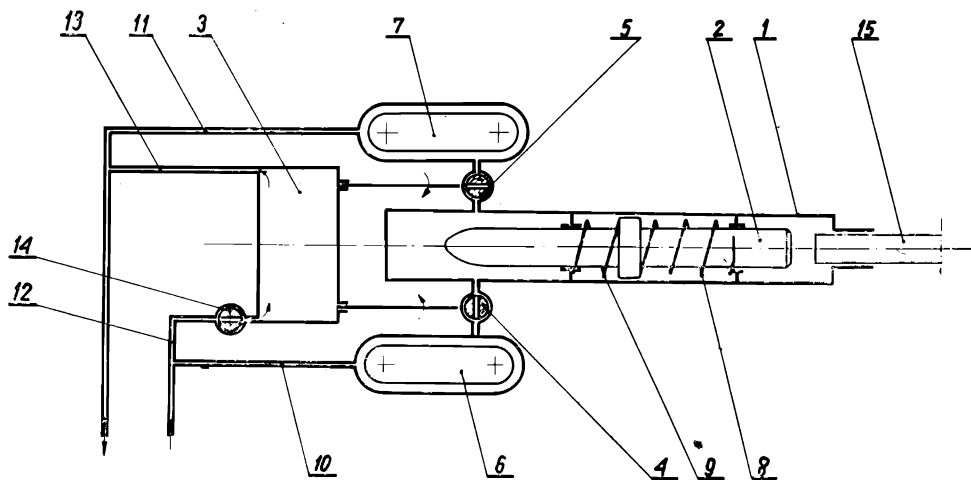


Fig. 1

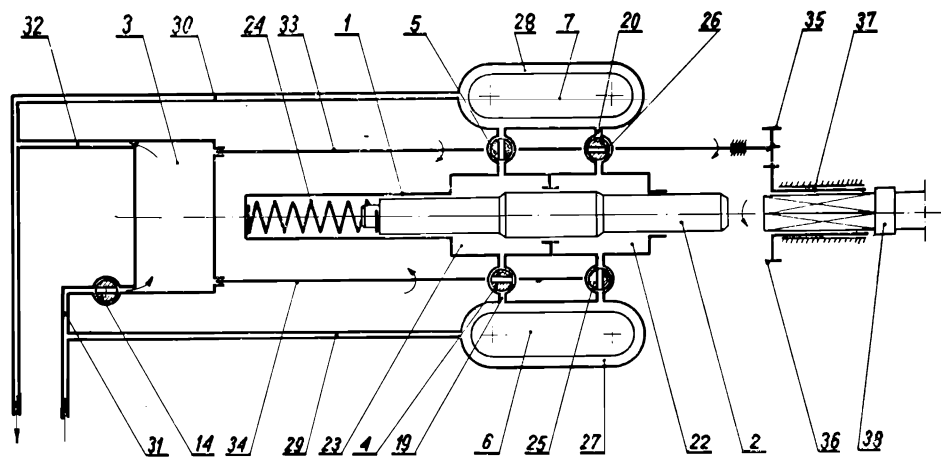


Fig. 2

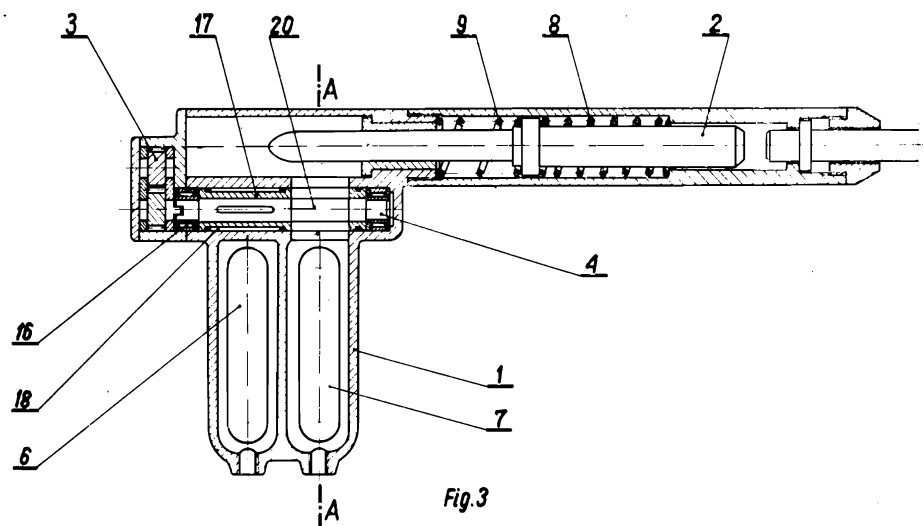


Fig. 3

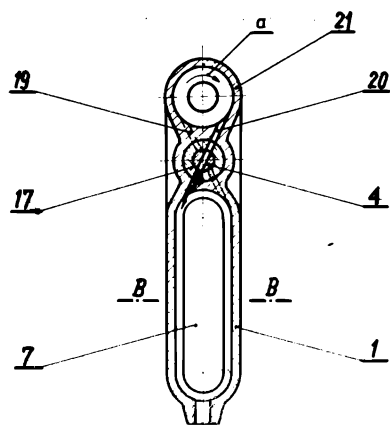


Fig. 4

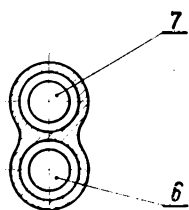


Fig. 5

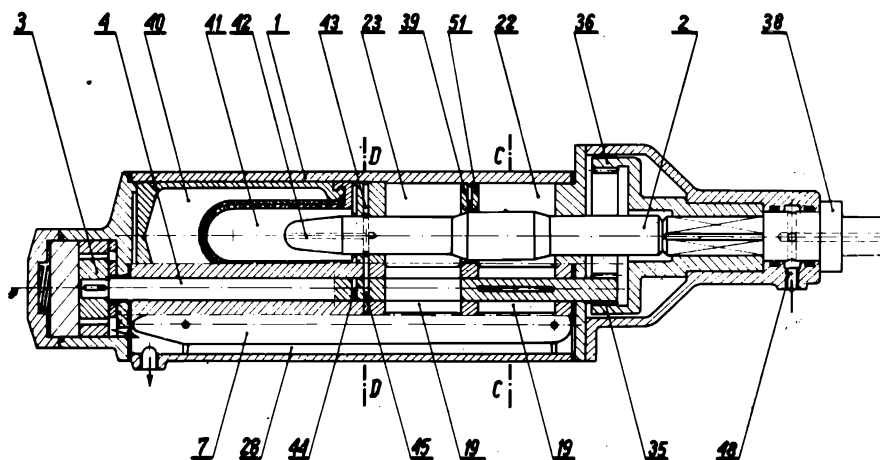


Fig. 6

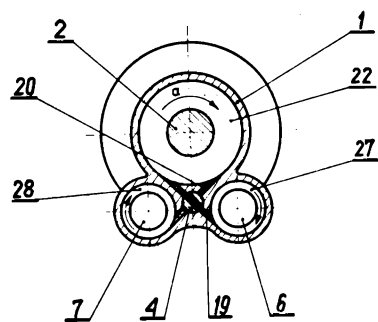


Fig. 7

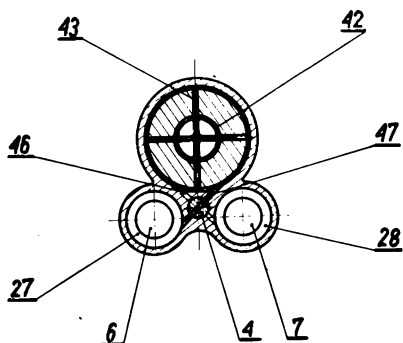


Fig. 9

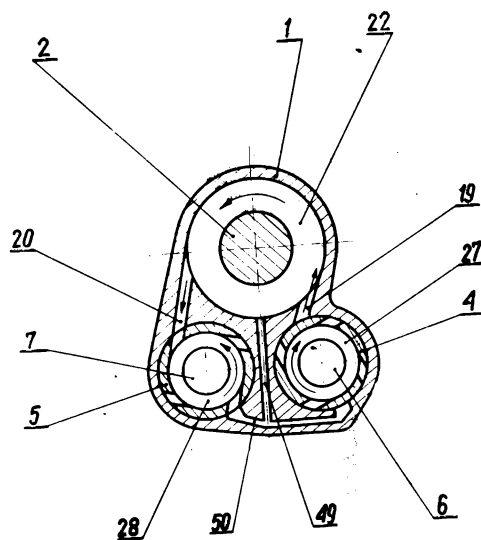


Fig. 8