



**URZĄD  
PATENTOWY  
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy  
do patentu nr

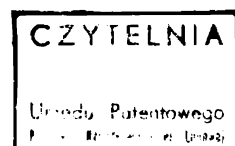
Int. Cl.<sup>2</sup> F04C 1/06

Zgłoszono: 15.04.75 (P. 179618)

Pierwszeństwo: 17.04.74 Stany Zjednoczone  
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 27.03.76

Opis patentowy opublikowano: 30.09.1982



Twórca wynalazku: —

Uprawniony z patentu tymczasowego: Eaton Corporation  
Cleveland (Stany Zjednoczone Ameryki)

### **Obrotowe urządzenie hydrauliczne**

Przedmiotem wynalazku jest obrotowe urządzenie hydrauliczne uruchamiane roboczym środkiem ciśnieniowym.

Znane urządzenie hydrauliczne tego typu zawiera obudowę, zaopatrzoną w otwór wlotowy dla czynnika roboczego pod wysokim ciśnieniem oraz otwór wylotowy dla czynnika roboczego pod niskim ciśnieniem i co najmniej jedną powierzchnię czołową, zewnętrzny wieniec zębaty o uzębieniu wewnętrznym i umieszczony w nim mimośrodowo wewnętrzny wieniec zębaty o uzębieniu zewnętrznym, które poruszają się względem siebie ruchem mimośrodowo-obrotowym, podczas którego to ruchu zęby tych wieńców zazębiając się ze sobą, tworzą wiele zmniejszających się i zwiększających przestrzeni międzyzębnych, oraz układ rozrządu, połączony z jednym z tych wieńców zębatych w celu umożliwienia mu wykonywania ruchu synchronicznego z jednym z ruchów tych wieńców zębatych, przy czym pod wpływem ruchu synchronicznego układ rozrządu umożliwia hydrauliczne połączenie jednego z otworów do przepływu czynnika roboczego ze zwiększającymi się a drugiego ze zmniejszającymi się przestrzeniami międzyzębnymi, przy czym wieńce zębate mają osiowe powierzchnie czołowe, współpracujące z powierzchnią czołową obudowy.

Urządzenia tego rodzaju, znane przykładowo z polskiego opisu patentowego nr 85 459, które mogą być stosowane jako silniki lub jako maszyny robocze (pompy), pracują normalnie przy ciśnieniu cieczy roboczej, leżącymi w zakresie od około 70 do 280 barów. Tego rodzaju ciśnienia powodują oddziaływanie dużych sił rozpychających na powierzchnie czołowe osiowych elementów uszczelniających, umieszczonych po obu stronach urządzenia wyporowego. Tego rodzaju siły rozciągające mogą prowadzić do rozciągnięcia sworzni sprężynujących, łączących części urządzenia w kierunku osiowym i do ugięcia stykających się uszczelnianych powierzchni czołowych, tak że dochodzi do nadmiernych przecieków w płaszczyznach między urządzeniem wyporowym a elementami uszczelniającymi. Na skutek rozciągnięcia sworzni sprężynujących może dojść do wypadania pierścieni uszczelniających umieszczonych w obszarze powierzchni czołowych części maszyny, a środek roboczy może wypływać na zewnątrz. Ugięcie sąsiadujących ze sobą osiowo elementów uszczelniających może ponadto spowodować wewnątrz urządzenia powstanie nadmiernych przecieków środka roboczego pod wysokim ciśnieniem do obudowy lub do obszarów niskiego ciśnienia. Takie przecieki wewnętrzne przyczyniają się do obniżenia sprawności objętościowej urządzenia. W urządzeniach takich jak silniki i pompy, zawierających przestrzenie międzyzębne, znajdujące się pod działaniem wysokiego i niskiego ciśnienia czynnika roboczego, odkształcenie elementu uszczelniającego, współpracującego ślizgowo z częścią urządzenia wyporowego, przykładowo z wieńcem zębatym o uzębieniu wewnętrznym, może spowodować nierównomierne zużycie między powierzchniami ślizgowymi, co często zmniejsza trwałość urządzenia.

Znane sposoby pokonywania trudności związanych z wysokimi wewnętrznymi siłami rozpychającymi, ugięciem elementów uszczelniających i wewnętrznymi przeciekami polegały na zwiększeniu powierzchni uszczelnień lub zwiększeniu osiowych sił uszczelniających, przy czym stosowano sworznie sprężynujące o większej wytrzymałości i/lub równoważenie sił osiowych. Z opisów patentowych USA nr 3 934 448 i 3 649 114 znane jest równoważenie osiowego nacisku, jaki wywierają elementy uszczelniające na urządzenie wyporowe, ukształtowane z pary wieńców zębatach przez doprowadzenie środka ciśnieniowego do przestrzeni leżącej za elementami uszczelniającymi. Poza tym z opisu patentowego USA nr 3 695 791 znane jest umieszczenie urządzenia wyporowego między dwoma elementami uszczelniającymi, które są wrażliwe na ciśnienie i/lub temperaturę, tak że może zmieniać się szczelina między tymi elementami uszczelniającymi a urządzeniem wyporowym, odpowiednio do zmniejszających się warunków ciśnieniowych i temperatury. Rozwiązania te nie są jednak w pełni zadowalające.

Celem wynalazku jest skonstruowanie uruchamianego środkiem ciśnieniowym obrotowego urządzenia hydraulicznego o zwiększonej sprawności objętościowej, zwłaszcza przy małych prędkościach i wysokich ciśnieniowych czynnika roboczego. W urządzeniu tym powinny być zmniejszone przecieki wewnętrzne, spowodowane ugięciem elementów uszczelniających, współpracujących ślizgowo z częścią urządzenia wyporowego. Poza tym należy skonstruować urządzenie o ruchu obrotowo-mimośrodowym z elementem uszczelniającym, współpracującym ślizgowo z częścią zespołu zębatego, w którym to urządzeniu jest zminimalizowane osiowe ugięcie elementu uszczelniającego a co za tym idzie są zmniejszone przecieki, natomiast jest ulepszona charakterystyka zużycia między elementem uszczelniającym a zespołem zębatym.

Obrotowe urządzenie hydrauliczne zawierające obudowę, zaopatrzoną w otwory prowadzące płyn pod wysokim i niskim ciśnieniem oraz tworzącą co najmniej jedną powierzchnię uszczelniającą, zewnętrzną wieńiec zębata o uzębieniu wewnętrznym i umieszczony w nim mimośrodowo wewnętrzny wieńiec zębata o uzębieniu zewnętrznym, które poruszają się względem siebie ruchem mimośrodowo-obrotowym, podczas którego to ruchu zęby tych wieńców, zazębiając się ze sobą, tworzą wiele kolejno zmniejszających się i zwiększających przestrzeni międzyzębnych, oraz układ rozrządu, pracujący synchronicznie z jednym z ruchów wieńców zębatach, przy czym pod wpływem ruchu synchronicznego układ rozrządu umożliwia hydrauliczne połączenie jednego z otworów prowadzących płyn ze zwiększającymi się przestrzeniami międzyzębnymi, a drugiego ze zmniejszającymi się przestrzeniami międzyzębnymi, zaś wieńce zębata mają osiowe powierzchnie czołowe, przylegające do powierzchni uszczelniającej obudowy, według wynalazku charakteryzuje się tym, że co najmniej jedna z powierzchni czołowych wieńców zębatach oraz powierzchnia uszczelniająca płyty obudowy, współpracując ze sobą, posiadają powierzchnię obszaru uszczelnienia przylgowego, przylegającą w kierunku promieniowym do przestrzeni międzyzębnych, oraz posiadają co najmniej jedną powierzchnię strefy odciążeniowej, przy czym ta powierzchnia obszaru uszczelnienia przylgowego jest usytuowana w kierunku promieniowym między przestrzeniami międzyzębnymi a powierzchnią strefy odciążeniowej, a ponadto w obudowie znajdują się kanały, łączące powierzchnię strefy odciążeniowej z otworem prowadzącym płyn pod niskim ciśnieniem dla zmniejszenia powierzchni, na którą działa ciśnienie płynu, oddziaływujące rozdzielająco na powierzchnię czołową wieńców zębatach od powierzchni uszczelniającej obudowy podczas działania urządzenia.

Powierzchnia obszaru uszczelnienia przylgowego jest usytuowana w kierunku promieniowym na zewnątrz przestrzeni międzyzębnych, przy czym ta powierzchnia obszaru uszczelnienia przylgowego oraz co najmniej jedna powierzchnia strefy odciążeniowej są utworzone przez powierzchnię czołową zewnętrznego wieńca zębatego o uzębieniu wewnętrznym oraz powierzchnię czołową płyty rozdzielczej, stanowiącą powierzchnię uszczelniającą obudowy.

Urządzenie korzystnie posiada uszczelkę umieszczoną w pierścieniowym rowku uszczelniającym, usytuowanym promieniowo na zewnątrz powierzchni strefy odciążeniowej. Powierzchnia strefy odciążeniowej jest połączona hydraulicznie z pierścieniowym rowkiem uszczelniającym. Urządzenie korzystnie posiada wiele powierzchni stref odciążeniowych, z których każda jest usytuowana promieniowo na zewnątrz i przylega do jednej z przestrzeni międzyzębnych, a przy tym jest usytuowana wzdłuż obwodu zewnętrznego wieńca zębatego między sąsiadującymi zębami. Całkowita powierzchnia strefy odciążeniowej jest większa od powierzchni obszaru uszczelnienia przylgowego. Powierzchnia obszaru uszczelnienia przylgowego ma zasadniczo stałą szerokość i rozciąga się wzdłuż obwodu wieńca zębatego. Powierzchnia czołowa płyty oporowej obudowy tworzy powierzchnię uszczelniającą, stykającą się z drugą powierzchnią czołową zewnętrznego wieńca zębatego i posiadającą powierzchnię drugiego obszaru uszczelnienia przylgowego, usytuowaną promieniowo na zewnątrz i przylegającą do przestrzeni międzyzębnych oraz przynajmniej jedną następną strefę odciążeniową, usytuowaną promieniowo na zewnątrz i przylegającą do drugiego obszaru uszczelnienia przylgowego, a ponadto połączoną hydraulicznie z kanałem.

Urządzenie korzystnie posiada co najmniej jeden kanał, rozciągający się osiowo poprzez zewnętrzny wieńiec zębata dla wzajemnego połączenia hydraulicznego powierzchni stref odciążeniowych.

Odmiana obrotowego urządzenia hydraulicznego według wynalazku charakteryzuje się tym, że co najmniej jedna z powierzchni czołowych wieńców zębatach, oraz powierzchnia uszczelniająca płyty obudowy, współpracując ze sobą, posiadają powierzchnię obszaru uszczelnienia przylgowego, przylegającą w kierunku promieniowym do przestrzeni międzyzębnych, oraz posiadają co najmniej jedną powierzchnię strefy odciążeniowej, przy czym ta powierzchnia obszaru uszczelnienia przylgowego jest usytuowana w kierunku promieniowym między przestrzeniami międzyzębnymi a powierzchnią strefy odciążeniowej, a ponadto w obudowie znajdują się kanały, łączące powierzchnię strefy odciążeniowej z otworem prowadzącym płyn pod niskim ciśnieniem dla zmniejszenia powierzchni, na którą działa ciśnienie płynu, oddziaływujące rozdzielająco na powierzchnię czołową wieńców zębatach od powierzchni uszczelniającej obudowy podczas działania urządzenia, przy czym otwór prowadzący płyn pod wysokim ciśnieniem stanowi otwór wlotowy płynu, zaś otwór prowadzący płyn pod niskim ciśnieniem stanowi otwór wylotowy płynu, zaś obudowa jest wyposażona w dodatkową parę otworów wylotowych płynu, przy czym układ rozrządu zawiera tuleję nastawczą i tuleję rozrzadową dla selektywnego tworzenia przelotu płynu z otworu wlotowego do zwiększających się przestrzeni międzyzębnych i ze zmniejszających się przestrzeni międzyzębnych do jednego z otworów wylotowych w wyniku obrotu tulei nastawczej.

Powierzchnia strefy odciążeniowej tworzy hydraulicznie ciągły rowek odciążający, usytuowany promieniowo między przestrzeniami międzyzębnymi a zasadniczo okrągłym rowkiem uszczelniającym, który jest utworzony między powierzchnią uszczelniającą a powierzchnią czołową wewnętrznie uźębionego wieńca zębatego.

Powierzchnia uszczelniająca jest utworzona przez płytę rozdzielczą, usytuowaną pomiędzy wieńcem zębatym a układem rozrządu, przy czym urządzenie zawiera pokrywę, mającą powierzchnię uszczelniającą, stykającą się z przeważającą częścią drugiej powierzchni czołowej wewnętrznie uźębionego wieńca zębatego, zaś powierzchnia uszczelniająca pokrywę i druga powierzchnia czołowa wieńca promieniowo pomiędzy przestrzeniami międzyzębnymi a drugim rowkiem odciążającym.

Rowki odciążające, są połączone ze sobą szczeliną pomiędzy każdym z licznych sworzni sprężynujących, szczelnie mocujących ze sobą wieńiec zębaty, płytę rozdzielczą i pokrywę, a ściankami otworów, przez które przechodzą te sworznie.

Zewnętrznie uźębiony wieńiec zębaty ma powierzchnię czołową stanowiącą przedłużenie powierzchni czołowej wieńca zębatego uźębionego wewnętrznie i tworzącą wraz z powierzchnią uszczelniającą płytę rozdzielczą strefę odciążającą, połączoną hydraulicznie z otworem wylotowym płynu dla zredukowania powierzchni narażonej na oddziaływanie ciśnienia przeciekowego, oddziaływującego rozdzielająco na zewnętrznie uźębiony wieńiec zębaty i płytę rozdzielczą.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia obrotowy silnik hydrauliczny, w którym zastosowano niniejszy wynalazek, w przekroju podłużnym, fig. 2 — przekrój oznaczony 2-2 na fig. 1, fig. 3 — przekrój oznaczony 3-3 na fig. 1, fig. 4 — przekrój oznaczony 4-4 na fig. 1, fig. 5 — tarczę rozrzadową w widoku oznaczonym 5-5 na fig. 1, fig. 6 — wykres ciśnienia cieczy roboczej w silniku z odciążeniem i bez odciążenia, fig. 7 — wykres sprawności wolumetrycznej silnika z odciążeniem i bez odciążenia, fig. 8 — hydrauliczną pompę dozującą, w której zastosowano inną postać wynalazku, w przekroju podłużnym, fig. 9 — przekrój oznaczony 9-9 na fig. 8, fig. 10 — przekrój oznaczony 10-10 na fig. 8.

Na figurze. 1 przedstawiono typowy silnik hydrauliczny, w którym niniejszy wynalazek może być korzystnie zastosowany. Jest to silnik hydrauliczny o zazębieniu wewnętrznym. Podkreśla się, że tego typu urządzenia są odwracalne co znaczy, że silnik może pełnić również funkcję pompy hydraulicznej. Silnik hydrauliczny oznaczony ogólnie oznacznikiem 11 posiada wiele połączonych ze sobą elementów: obudowę 13, płytę oporową 15, zespół zębaty 17, płytę rozdzielczą 19 i pokrywę rozrządu 21.

Zespół zębaty 17 silnika hydraulicznego jest znany i dlatego zostanie opisany jedynie pokrótce, na tyle tylko, na ile ma związek z niniejszym wynalazkiem. Zespół zębaty 17 zawiera wieńiec zębaty 23 o uźębieniu wewnętrznym z siedmioma zębami 25 i położony mimośrodowo wewnątrz wieńca 23 wieńiec zębaty 27 z uźębieniem zewnętrznym, posiadający sześć zębów 29. Mimośrodowe położenie wewnętrznego wieńca 27 z zewnętrznymi zębami jak również różna ilość zębów w obu wieńcach pozwala na mimośrodowo-obrotowo ruch wieńca 27 wewnątrz wieńca 23. Każdy z wieńców 23 lub 27 może być zamocowany na stałe. Gdy jeden z wieńców jest zamocowany, wówczas drugi obraca się względem niego.

Połączenie ruchu obrotowego i mimośrodowego powoduje zazębienie się zębów 25 i 29 i tworzenie wielu rozmieszczonych na obwodzie przestrzeni międzyzębnych 31, 33, 35, 37, 41 i 43, które kolejno zwiększają i zmniejszają swoją objętość.

Silnik 11 przedstawiony na fig. 1 zawiera wał wyjściowy 45, umieszczony w obudowie 13, ułożony w łożyskach 47 i 49. Wał 45 posiada wewnętrzne zęby 51, z którymi zazębia się wał główny 53, posiadający po obu przeciwnych końcach koronowe zewnętrzne uźębienie ewolwentowe 57. Ewolwentowe zęby 57

zazębiają się z wewnętrznymi zębami 59 wieńca 27 z roboczym uzębieniem zewnętrznym. Dzięki temu, w opisanym rozwiązaniu siedem mimośrodowych wahnięć wieńca 27 przypada na jego pełny obrót i na jeden obrót wału wyjściowego (lub wejściowego) 45. Z wewnętrznymi zębami 59 jest również zazębione uzębienie 61, wykonane dookoła wałka rozrządczego 63, po którego przeciwnej stronie wykonane jest uzębienie 65, zazębiające się z zębami 71 tarczy rozrządowej 73, zamontowanej obrotowo w pokrywie rozrządu 21. Pokrywa rozrządu 21 posiada otwór wlotowy 75 dla cieczy roboczej o wysokim ciśnieniu i otwór wylotowy 77 dla cieczy roboczej o niskim ciśnieniu. Gdy urządzenie według wynalazku spełnia funkcję silnika, to ciecz robocza pod wysokim ciśnieniem dopływa do niego przez otwór wlotowy 75 powodując obracanie się wału 45, a wypływa z niego pod niskim ciśnieniem przez otwór wylotowy 77. Tarcza rozrządowa 73, przedstawiona na fig. 1 i pokazana w widoku poprzecznym na fig. 5 zawiera układ kanałów wysokiego ciśnienia 81, 83, 85, 87, 91 oraz kanałów niskiego ciśnienia 93, 95, 97, 99, 101, 103. Każdy z tych kanałów prowadzi podczas pracy silnika ciecz roboczą o wysokim lub też niskim ciśnieniu.

Na figurze 4 przedstawiono płytę rozdzielczą 19, posiadającą kanały 105, 107, 109, 111, 113, 115 i 117, z których każdy na zmianę łączy się z kanałami tarczy rozrządowej 73 w czasie jej obrotu. Gdy wieńiec 27 z uzębieniem zewnętrznym obraca się w kierunku wskazówek zegara, to ciecz robocza o wysokim ciśnieniu jest doprowadzana przez kanały 81, 83 i 85 tarczy rozrządowej i przez kanały w 105, 107 i 109 płyty rozdzielczej 19 do przestrzeni międzyzębnych 31, 43, 41 powodując ich powiększanie się. Kanał 11 płyty rozdzielczej 19 i połączona z nim przestrzeń międzyzębna 39 zawierają ciecz roboczą o wartości ciśnienia, znajdującej się pomiędzy ciśnieniem wysokim i niskim, a więc w kanale 11 i przestrzeni międzyzębnej 39 panują warunki pośrednie. W tym samym czasie przestrzenie międzyzębne 3, 35 i 37 zmniejszają się wypychając ciecz roboczą przez kanały 117, 115 i 113 płyty rozdzielczej do niskociśnieniowych kanałów 93, 103 i 101 tarczy rozrządowej 73.

Przedstawiony na figurze 1 zespół zębaty 17, w którym znajduje się ciecz robocza pod wysokim ciśnieniem, jest uszczelniony pomiędzy powierzchniami czołowymi płyty oporowej 15 i płyty rozdzielczej 19. Stałe uszczelnienie na wieńcu 23 dokonane jest na jego powierzchniach czołowych 121 i 123, które współpracują z powierzchnią uszczelniającą 125 płyty oporowej 15 i powierzchnią uszczelniającą 127 płyty rozdzielczej 19. Ruchome uszczelnienie wieńca 27 z uzębieniem zewnętrznym odbywa się na jego czołowych powierzchniach 131 i 133, które też współpracują z powierzchniami uszczelniającymi 125 i 127. Zwraca się uwagę, że ugięcie powierzchni czołowych wieńców i powierzchni uszczelniających płyt może spowodować wewnętrzny przeciek cieczy roboczej, na przykład z wysokociśnieniowych do niskociśnieniowych przestrzeni międzyzębnych zespołu zębatego 17. W dodatku, ugięcie płyty rozdzielczej 19 może spowodować powstanie szczeliny pomiędzy jej powierzchnią czołową a przylegającą do niej powierzchnią tarczy rozrządowej 73, przez co może nastąpić przeciek będącej pod wysokim ciśnieniem cieczy roboczej, pomiędzy wysokociśnieniowymi i niskociśnieniowymi kanałami płyty rozdzielczej. Wydostanie się cieczy roboczej w kierunku promieniowym na zewnątrz urządzenia jest uniemożliwione za pomocą uszczelki typu o-ring, umieszczonych w rowkach 135, 137, 139 i 141.

Jak to pokazano na fig. 2 i 3 pomiędzy powierzchnią czołową 12 a powierzchnią uszczelniającą 125 znajduje się kilka zagłębień, które stanowią strefy odciążeniowe 143, 145, 147, 141, 151, 153 i 155. Po przeciwnej stronie zespołu zębatego 17, pomiędzy powierzchnią czołową 123, a powierzchnią uszczelniającą 127 znajdują się zagłębienia tworzące strefy odciążeniowe 157, 159, 161, 163, 165, 167, 169, pokazane na fig. 4. W opisywanym przykładzie wykonania strefy odciążeniowe 143–155 są połączone z pierścieniowym rowkiem uszczelniającym 137, strefy 157–169 rowkiem uszczelniającym 139, a oba te rowki są połączone z niskociśnieniowym kanałem wlotowym lub wylotowym 77 za pośrednictwem kanału 171.

Działanie stref odciążających jest wyjaśnione za pomocą fig. 3, na której rowki uszczelniające 137 i strefy odciążeniowe 143–155 są pokazane przerywanymi liniami. Należy zauważyć, że każda ze stref odciążeniowych 143–155 jest umieszczona w kierunku promieniowym na zewnątrz i w pobliżu przestrzeni międzyzębnych 31–43. Na fig. 6 przedstawiono wycinkowy przekrój, podobny jak na fig. 1, lecz wykonany przez komorę międzyzębną 31, oraz wykres ciśnienia cieczy roboczej w urządzeniu bez odciążenia, które jako strefy odciążeniowe posiada tylko rowki uszczelniające 137–139 i w urządzeniu, w którym zastosowano opisaną powyżej przestrzeń odciążającą. W urządzeniu niedociążającym wysokociśnieniowa ciecz robocza zawarta w przestrzeni międzyzębnej 31 przeciska się pomiędzy powierzchnią czołową 121 wieńca a powierzchnią uszczelniającą 125 płyty oporowej, powodując siłę odpychającą te powierzchnie, równą powierzchni pod wykresem, to jest pomiędzy linią wysokiego ciśnienia a linią niskiego ciśnienia. Utworzenie stref odciążeniowych 143–155 powoduje powstanie znajdującego się pomiędzy powierzchnią uszczelniającą 125 płyty oporowej a powierzchnią czołową 21 wieńca obszaru uszczelnienia przylgowego 173, leżącego pomiędzy przestrzenią międzyzębną 31 a strefą odciążeniową 155, powyżej której powierzchnia uszczelniająca 125 i powierzchnia czołowa 121 stykają się ze sobą za pośrednictwem uszczelki. Jak to widać na wykresie ciśnienia cieczy roboczej, w urządzeniu odciążonym połączenie rowka uszczelniającego 137 z niskociśnieniowym kanałem 77 powoduje spadek ciśnienia od wysokiego do niskiego na względnie małej szerokości obszaru

uszczelnienia przylgowego 173. To z kolei w znacznym stopniu zmniejsza powierzchnię działania sił dających do odepchnięcia powierzchni uszczelniającej 125 od płaszczyzny czołowej 121 (powierzchnia pod wykresem), chociaż w obu przypadkach maksymalne ciśnienie jest takie samo. Pomimo, że rysunek służy głównie do objaśnienia wynalazku, a nie do przedstawienia wzajemnych proporcji wymiarowych, to jednak zgodnie z rysunkiem jest rzeczą korzystną, aby ogólna powierzchnia stref odciażeńiowych 143-155 była większa od powierzchni obszaru uszczelnienia przylgowego 173 oraz żeby ich promieniowa szerokość była większa od promieniowej szerokości obszaru uszczelnienia przylgowego 173.

Wykres znajdujący się na fig. 7 przedstawia zależność sprawności objętościowej od ciśnienia cieczy roboczej. Badania były wykonane w zakładzie Char-Lynn Eaton Corporation na dwóch wolno obrotowych silnikach hydraulicznych o wysokim momencie obrotowym, opisanym powyżej. Jeden z silników, oznaczony NR nie był odciażony, a drugi oznaczony R miał przestrzenie odciażeńiowe zgodnie z wynalazkiem. W silnikach stosowano olej Moki DTE 26 mający temperaturę 60°C i lepkość 117. Badane silniki miały chłonność 74 cm<sup>3</sup> i zużywały około 22 l oleju na minutę. Symbol CW oznacza ruch zgodny, a CW ruch przeciwny ruchowi wskazówek zegara zespołu zębatego. Jak to widać z wykresu na fig. 7 zastosowanie wynalazku prowadzi do znacznej poprawy sprawności objętościowej. Na przykład przy ciśnieniu około 245 atmosfer, odciażenie według wynalazku poprawiło sprawność objętościową z około 68% do około 84% przy obrotach zgodnych z obrotami wskazówek zegara i z około 78% do około 91% przy obrotach przeciwnych. Wzrost sprawności wynosił około 16% i odpowiednio około 13%.

Na figurach 8, 9 i 10 przedstawiono drugą postać niniejszego wynalazku, w której wysokociśnieniowe urządzenie, umieszczonych w położonych osiowo otworach 213. W pokrywie rozrządu 21 jest umieszczona obrotowa tuleja nastawcza 215, posiadająca wypusty 217 przystosowane do połączenia z niepokazanym na rysunku wałkiem sterującym zakończonym wkrywą 209. Wszystkie te zespoły są zamocowane w jedną całość za pomocą wielu sworzni sprężynujących 211 umieszczonych w położonych osiowo otworach 213. W pokrywie rozrządu 21 jest umieszczona obrotowa tuleja nastawcza 215, posiadająca wypusty 217 przystosowane do połączenia z nie pokazanym na rysunku wałkiem sterującym zakończonym wieloklinem. Pomiędzy tuleją 215 a pokrywą rozrządu 21 jest umieszczona tuleja rozrządowa 219, wprawiona w ograniczony ruch obrotowy względem tulei nastawczej 215 i tulei rozrządowej 219. Czop 221 przechodzi przez wycięcie w wałku rozrządczym 63, zakończonym głowicą zębatą 225, przekazując mu napęd.

W tym rozwiązaniu zespół zębaty 17 pracuje jako zespół pomiarowy i zawiera wieniec 23 z uzębieniem wewnętrznym i umieszczony w nim mimośrodowo wieniec 27 z uzębieniem zewnętrznym, posiadający wewnętrzne zęby 231 współpracujące z głowicą zębatą 225.

Obrót niepokazanego na rysunku wałka sterującego przemieszcza tuleję nastawczą 215 w stosunku do tulei 219, powodując doprowadzenie cieczy roboczej do zespołu zębatego, skutkiem czego następuje mimośrodowy obrót wienca 27 z uzębieniem zewnętrznym wewnątrz wienca 23 z uzębieniem wewnętrznym, obrót wałka rozrządu 63 poprzez głowicę zębatą 225 i z kolei obrót tulei rozrządowej 219. Mimośrodowy obrót, któremu towarzyszy zazębienie się zębów, powoduje powstawanie wielu zwiększających się i zmniejszających przestrzeni międzyzębnych 31, 33, 35, 37, 39, 41 i 43. Gdy następuje obrót tulei nastawczej 215 i 219 w którymkolwiek kierunku, wówczas jest wprowadzany do urządzenia przez otwór wlotowy płyn roboczy, który przepływa różnymi kanałami utworzonymi przez pokrywę rozrządu 21, tuleję nastawczą 215 i tuleję rozrządową 219. Napływający płyn roboczy jest prowadzony kanałami 105, 107 i 109 do odpowiednich przestrzeni międzyzębnych 43, 41, 39. Kanał 111 doprowadza ciecz roboczą do przestrzeni międzyzębnej 37, która w położeniu przedstawionym na fig. 10 jest przestrzenią zmiany cyklu, opisaną we fragmencie dotyczącym fig. 1 do 7. Przy kierunku obrotów oznaczonym strzałką na fig. 10 wieniec 27 z zewnętrznym uzębieniem obraca się w kierunku zgodnym z kierunkiem zegara, powodując przepływ cieczy roboczej z przestrzeni międzyzębnych 35, 33 i 31 przez kanały 113, 115 i 117. Ciecz robocza przepływa następnie przez określone kanały do wylotu prawych obrotów lub też do wylotu lewych obrotów, w zależności od kierunku obrotów niepokazanego na rysunku wałka sterowniczego.

Powierzchnia czołowa 123 wienca 23 z uzębieniem wewnętrznym oraz powierzchnia czołowa 133 wienca 27 z uzębieniem zewnętrznym współpracują z powierzchnią uszczelniającą 127 płyty rozdzielczej 19. Po przeciwnej stronie zespołu zębatego 17 wieniec 23 z uzębieniem wewnętrznym posiada drugą powierzchnię czołową 121, a wieniec 27 drugą powierzchnię czołową 131, które współpracują z powierzchnią uszczelniającą 125 pokrywy 209. Płyta rozdzielcza 19 posiada drugą powierzchnię uszczelniającą 273, umieszczoną po przeciwnej stronie niż powierzchnia uszczelniająca 127, dociśniętą do powierzchni uszczelniającej 275 pokrywy rozrządu 21. Powierzchnie uszczelniające 273 i 275, 123 i 127 oraz 121 i 125 otaczają uszczelniające rowki 141, 139 i 137, w których są umieszczone uszczelki typu o-ring lub podobne. Do wewnątrz, w kierunku promieniowym do rowków uszczelniających 141, 139 i 137 znajdują się rowki odciażające 283, 285 i 287. Jak to widać na fig. 9 i 10 rowki odciażające 283, 285 i 287 pozwalają na ciągły przepływ cieczy i jak to pokazano na fig. 8 są połączone ze sobą kanałami 289, utworzonymi przez szczelinę 291, znajdującą się pomiędzy każdym ze sworzni sprężynujących 211 a ścianką otworów 213, w których znajdują się te sworznie. Z fig. 10

widać, że zasada odciążenia zastosowana w drugiej postaci wynalazku jest podobna do rozwiązania przedstawionego na fig. od 1 do 7. Rowek odciążający 285, wykonany między powierzchnią czołową 123 a powierzchnią uszczelniającą 127 (fig. 8), jest usytuowany w kierunku promieniowym na zewnątrz od przestrzeni międzyzębnych 31-43 tak, że pomiędzy każdą powierzchnią strefy odciążeniowej 157-169 lub segmentem rowka odciążającego 285 a sąsiadującymi z nim przestrzeniami międzyzębnymi istnieje wąski obszar uszczelnienia przylgowego 173. Zwraca się uwagę na to, że ciecz robocza znajdująca się w zwiększających się i w zmniejszających się przestrzeniach międzyzębnych posiada w przybliżeniu jednakowe ciśnienie, które jest znacznie wyższe od ciśnienia panującego w otworze wylotowym. Wobec tego wykres spadku ciśnienia pomiędzy przestrzeniami międzyzębnymi a rowkiem odciążającym w kierunku promieniowym na zewnątrz w poprzek obszaru uszczelnienia przylgowego 173 jest podobny do przedstawionego na fig. 6. Na fig. 8 pomiędzy powierzchnią czołową 133 a powierzchnią uszczelniającą 127 pokazano dodatkową strefę odciążającą 295, umieszczoną w kierunku promieniowym do wewnątrz od podstawy zęba wieńca 23 z uzębieniem zewnętrznym. Strefa ta w sposób poprzednio opisany zapewnia odpowiedni spadek ciśnienia na szerokości względnie wąskiego obszaru uszczelnienia przylgowego, ograniczonego zewnętrznym obwodem wieńca zębatego 27 i zewnętrznym obwodem strefy odciążającej 295. Podobnie, strefa odciążająca 297, pokazana również linią przerywaną na fig. 10 jest zamknięta powierzchnią czołową 131 i powierzchnią uszczelniającą 125. Pomiedzy powierzchniami uszczelniającymi 273 i 275 znajduje się wewnętrzny rowek odciążający 299, którego działanie jest takie same jak stref odciążających 295 i 297. Rowek promieniowy 301 pozwala na odpływ cieczy roboczej z rowków odciążających 285 i 287 przez szczeliny 291 i rowek odciążający 283 do wewnętrznego, okrągłego otworu 303 biegnącego przez płytę rozdzielczą 19 i tuleję 215. Z otworu 303 ciecz robocza przepływa do otworu wylotowego i następnie do niepokazanego na rysunku zbiornika obiegowego.

Jest rzeczą oczywistą, że rozmaite rowki i kanały mające związek z niniejszym wynalazkiem, umieszczone w opisanym przykładzie wykonania w określonych elementach urządzenia, mogą być też wykonane w przyległych lub obu sąsiadujących ze sobą elementach lub też rolę ich mogą pełnić inne rozwiązania, służące do odpowiedniego przepływu cieczy.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Obrótowe urządzenie hydrauliczne zawierające obudowę, zaopatrzoną w otwory prowadzące płyn pod wysokim i niskim ciśnieniem oraz tworzącą co najmniej jedną powierzchnię uszczelniającą, zewnętrzny wieniec zębaty o uzębieniu wewnętrznym i umieszczony w nim mimośrodowo wewnętrzny wieniec zębaty o uzębieniu zewnętrznym, które poruszają się względem siebie ruchem mimośrodowo-obrotowym, podczas którego to ruchu zęby tych wieńców, zazębiając się ze sobą, tworzą wiele kolejno zmniejszających się i zwiększających przestrzeni międzyzębnych, oraz układ rozrządu, pracujący synchronicznie z jednym z ruchów wieńców zębatych, przy czym pod wpływem ruchu synchronicznego układ rozrządu umożliwia hydrauliczne połączenie jednego z otworów prowadzących płyn ze zwiększającymi się przestrzeniami międzyzębnymi, zaś wieńce zębate mają osiowe powierzchnie czołowe, przylegające do powierzchni uszczelniającej obudowy, **znamiennie tym**, że co najmniej jedna z powierzchni czołowych (123) wieńców zębatych (23, 27) oraz powierzchnia uszczelniająca (127) płyty obudowy, współpracując ze sobą posiadają powierzchnię obszaru uszczelnienia przylgowego (173), przylegającą w kierunku promieniowym do przestrzeni międzyzębnych (31-43), oraz posiadają co najmniej jedną powierzchnię strefy odciążeniowej (157-169), przy czym ta powierzchnia obszaru uszczelnienia przylgowego (173) jest usytuowana w kierunku promieniowym między przestrzeniami międzyzębnymi (31-43), a powierzchnią strefy odciążeniowej (157-169), a ponadto w obudowie (13) znajdują się kanały, łączące powierzchnię strefy odciążeniowej (157-169) z otworem prowadzącym płyn pod niskim ciśnieniem dla zmniejszenia powierzchni, na którą działa ciśnienie płynu, oddziałujące rozdzielająco na powierzchnię czołową (123) wieńców zębatych od powierzchni uszczelniającej (127) obudowy podczas działania urządzenia.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że powierzchnia obszaru uszczelnienia przylgowego (173) jest usytuowana w kierunku promieniowym na zewnątrz przestrzeni międzyzębnych (31-43), przy czym ta powierzchnia obszaru uszczelnienia przylgowego (173) oraz co najmniej jedna powierzchnia strefy odciążeniowej (157-169) są utworzone przez powierzchnię czołową (123) zewnętrznego wieńca zębatego (23) o uzębieniu wewnętrznym oraz powierzchnię czołową płyty rozdzielczej (19), stanowiącą powierzchnię uszczelniającą (127) obudowy.

3. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że ma uszczelkę umieszczoną w pierścieniowym rowku uszczelniającym (139), usytuowanym promieniowo na zewnątrz powierzchni strefy odciążeniowej (157-169).

4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że powierzchnia strefy odciążeniowej (157-169) jest połączona hydraulicznie z pierścieniowym rowkiem uszczelniającym (139).

5. Urządzenie według zastrz. 2 albo 3 albo 4, **znamiennie tym**, że ma wiele powierzchni stref odciążenio-

wych (157-169), z których każda jest usytuowana promieniowo na zewnątrz i przylega do jednej z przestrzeni międzyzębnych (31-43), a przy tym jest usytuowana wzdłuż obwodu wieńca zębatego (23) między sąsiadującymi zębami (25).

6. Urządzenie według zastrz. 5, **znamiennie** tym, że całkowita powierzchnia strefy odciążeniowej (157-169) jest większa od powierzchni obszaru uszczelnienia przylgowego (173).

7. Urządzenie według zastrz. 6, **znamiennie** tym, że powierzchnia obszaru uszczelnienia przylgowego (173) ma zasadniczo stałą szerokość i rozciąga się po obwodzie wieńca zębatego (23).

8. Urządzenie według zastrz. 2 albo 7, **znamiennie** tym, że powierzchnia czołowa płyty oporowej (15) obudowy (13) tworzy powierzchnię uszczelniającą (125), stykającą się z drugą powierzchnią czołową (121) zewnętrznego wieńca zębatego (23) i posiadającą powierzchnię drugiego obszaru uszczelnienia przylgowego (173), usytuowaną promieniowo na zewnątrz i przylegającą do przestrzeni międzyzębnych (31-43) oraz przynajmniej jedną następną strefę odciążeniową (143-155), usytuowaną promieniowo na zewnątrz i przylegającą do drugiego obszaru uszczelnienia przylgowego (173), a ponadto połączoną hydraulicznie z kanałem.

9. Urządzenie według zastrz. 8, **znamiennie** tym, że ma co najmniej jeden kanał (171), rozciągający się osiowo poprzez zewnętrzny wieniec zębany (23) dla wzajemnego połączenia hydraulicznego powierzchni stref odciążeniowych (143-169).

10. Obrotowe urządzenie hydrauliczne zawierające obudowę, zaopatrzoną w otwory prowadzące płyn pod wysokim i niskim ciśnieniem oraz tworzącą co najmniej jedną powierzchnię uszczelniającą, zewnętrzny wieniec zębany o uzębieniu wewnętrznym i umieszczony w nim mimośrodowo wewnętrzny wieniec zębany o uzębieniu zewnętrznym, które poruszają się względem siebie ruchem mimośrodowo-obrotowym, podczas którego to ruchu zęby tych wieńców zazębiając się ze sobą, tworzą wiele kolejno zmniejszających się i zwiększających przestrzeni międzyzębnych, oraz układ rozrządu, pracujący synchronicznie z jednym z ruchów wieńców zębatych, przy czym pod wpływem ruchu synchronicznego układ rozrządu umożliwia hydrauliczne połączenie jednego z otworów prowadzących płyn ze zwiększającymi się przestrzeniami międzyzębnymi, a drugiego ze zmniejszającymi się przestrzeniami międzyzębnymi, zaś wieńce zębate mają osiowe powierzchnie czołowe, przylegające do powierzchni uszczelniającej obudowy, **znamiennie** tym, że co najmniej jedna z powierzchni czołowych (123) wieńców zębatych (23, 27) oraz powierzchnia uszczelniająca (127) płyty obudowy, współpracując ze sobą posiadają powierzchnię obszaru uszczelnienia przylgowego (173), przylegającą w kierunku promieniowym do przestrzeni międzyzębnych (31-43), oraz posiadają co najmniej jedną powierzchnię strefy odciążeniowej (157-169), przy czym ta powierzchnia obszaru uszczelnienia przylgowego (173) jest usytuowana w kierunku promieniowym między przestrzeniami międzyzębnymi (31-43), a powierzchnią strefy odciążeniowej (157-169), a ponadto w obudowie (13) znajdują się kanały, łączące powierzchnie strefy odciążeniowej (157-169) z otworem prowadzącym płyn pod niskim ciśnieniem dla zmniejszenia powierzchni, na którą działa ciśnienie płynu, oddziaływujące rozdzielająco na powierzchnię czołową (123) wieńców zębatych od powierzchni uszczelniającej (127) obudowy podczas działania urządzenia, przy czym otwór prowadzący płyn pod wysokim ciśnieniem stanowi otwór wlotowy płynu, zaś otwór prowadzący płyn pod niskim ciśnieniem stanowi otwór wylotowy płynu, zaś obudowa jest wyposażona w dodatkową parę otworów wylotowych płynu, przy czym układ rozrządu zawiera tuleję nastawczą (215) i tuleję rozrządową (219) dla selektywnego tworzenia przelotu płynu z otworu wlotowego do zwiększających się przestrzeni międzyzębnych do jednego z otworów wylotowych w wyniku obrotu tulei nastawczej (215).

11. Urządzenie według zastrz. 10, **znamiennie** tym, że powierzchnia strefy odciążeniowej (157-169) tworzy hydraulicznie ciągły rowek odciążający (285), usytuowany promieniowo pomiędzy przestrzeniami międzyzębnymi (31-43) a zasadniczo okrągłym rowkiem uszczelniającym (139), który jest utworzony między powierzchnią uszczelniającą (127) a powierzchnią czołową (123) wewnętrznie uzębionego wieńca zębatego (23).

12. Urządzenie według zastrz. 11, **znamiennie** tym, że powierzchnia uszczelniająca (127) jest utworzona przez płytę rozdzielczą (19), usytuowaną pomiędzy wieńcem zębatym (23) a układem rozrządu, przy czym urządzenie zawiera pokrywę (209) mającą powierzchnię uszczelniającą (125), stykającą się z przeważającą częścią drugiej powierzchni czołowej (121) wewnętrznie uzębionego wieńca zębatego (23), zaś powierzchnia uszczelniająca (125) pokrywy (209) i druga powierzchnia czołowa (121) wieńca tworzą pomiędzy sobą zasadniczo okrągły drugi rowek uszczelniający (137) i tworzą podczas współpracy drugi hydraulicznie ciągły rowek odciążający (287), usytuowany promieniowo pomiędzy przestrzeniami międzyzębnymi (31-43) a drugim rowkiem uszczelniającym (137) i będący w połączeniu hydraulicznym z tym drugim rowkiem uszczelniającym (137), pierwszym rowkiem odciążającym (285) i otworem wylotowym płynu, zaś powierzchnia uszczelniająca (125) pokrywy (209) i druga powierzchnia czołowa (121) wieńca zębatego (23) tworzą drugi obszar uszczelnienia przylgowego, usytuowany promieniowo pomiędzy przestrzeniami międzyzębnymi (31-43) a drugim rowkiem odciążającym (287).

13. Urządzenie według zastrz. 12, **znamiennie** tym, że rowki odciążające (285, 287) są połączone ze sobą szczeliną (291) pomiędzy każdym z licznych sworzni sprężynujących (211), szczelnie mocujących ze sobą



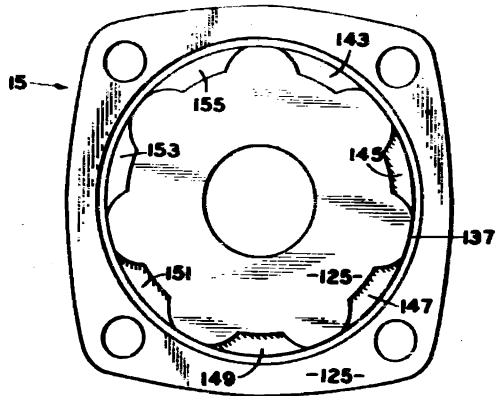


FIG. 2

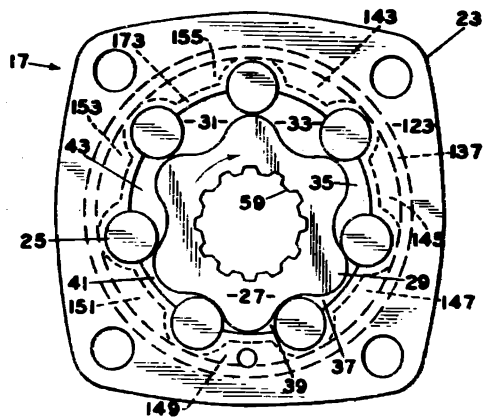


FIG. 3

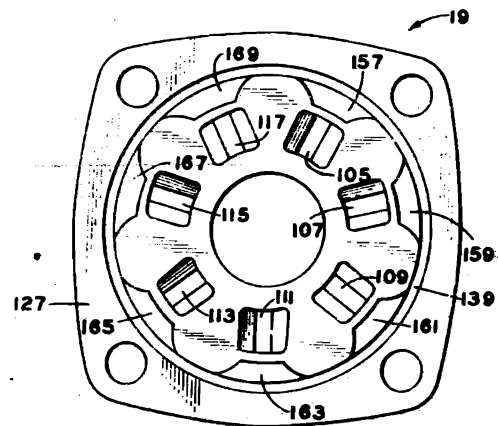


FIG. 4

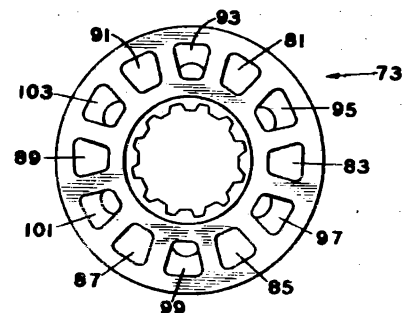


FIG. 5

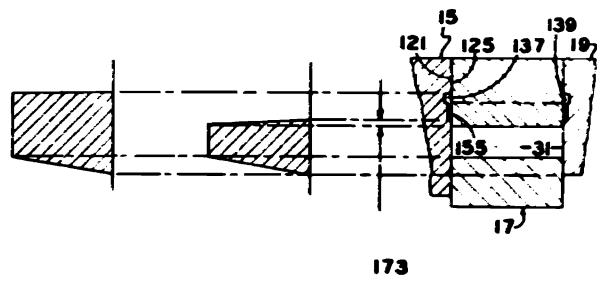


FIG. 6

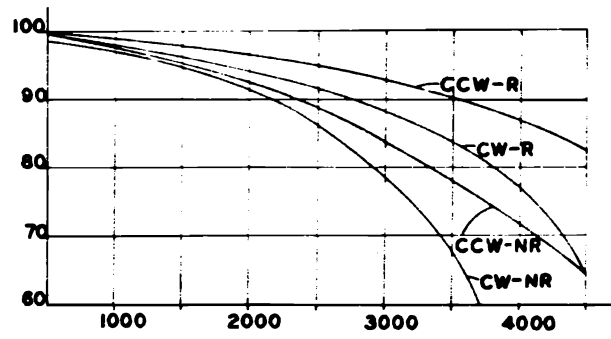


FIG. 7

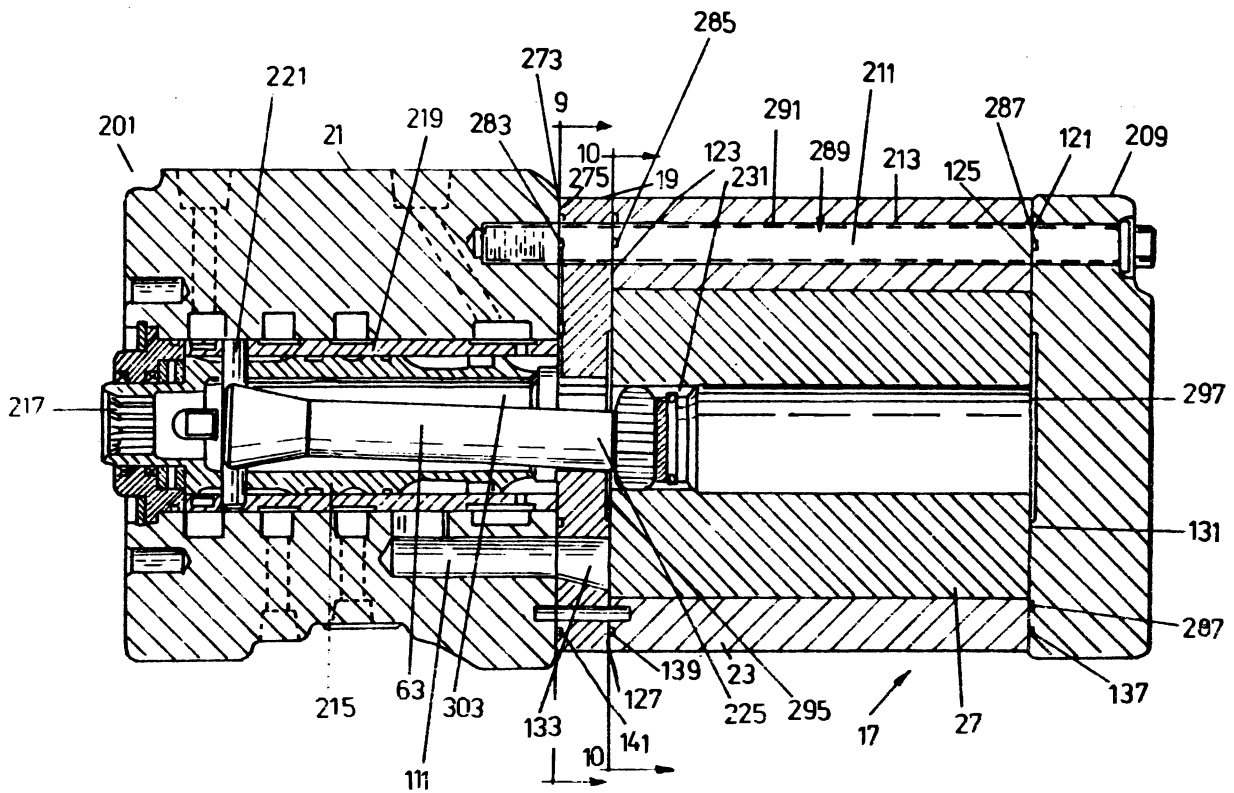


Fig. 8

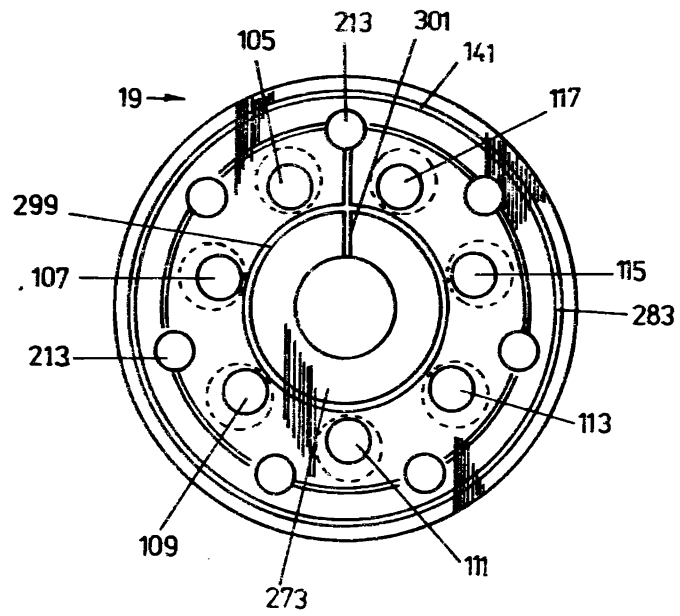


Fig. 9

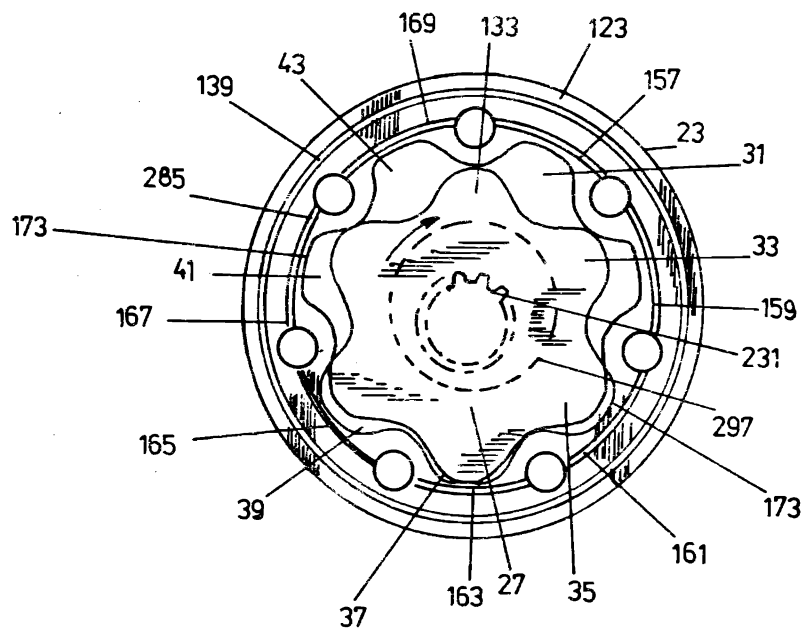


Fig. 10