

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 12.III.1969 (P 132 285)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 5.VII.1971

Kl. 49 m, 5/06

MKP B 23 q, 5/06

UKD

Twórca wynalazku: Jerzy Mierzejewski

Właściciel patentu: Centralne Biuro Konstrukcyjne Obrabiarek Przed-
siębiorstwo Państwowe, Pruszków (Polska)

Wrzeciennik z napędem hydraulicznym

1 Przedmiotem wynalazku jest wrzeciennik z napędem hydraulicznym, umożliwiający uzyskanie bezstopniowej regulacji obrotów wrzeciona, przy zachowaniu stałej mocy skrawania.

W znanych obrabiarkach skrawających pracujących w cyklu automatycznym, a w szczególności w obrabiarkach sterowanych numerycznie, zachodzi konieczność dokonywania szybkiej zmiany prędkości obrotowej wrzeciona w zależności od średnicy obrabianego przedmiotu i użytego narzędzia. Dlatego też wrzecienniki tych obrabiarek wyposażone są w różnego systemu układy napędowe umożliwiające na drodze sterowania elektrycznego uzyskanie szybkiej zmiany prędkości obrotowej wrzeciona.

Najczęściej stosowane są do tego celu reduktory zawierające koła zębate i wielopłytkowe sprzęgła elektromagnetyczne lub elektrohydrauliczne. Przez włączenie odpowiedniej grupy sprzęgieł uzyskuje się w tym przypadku żądane przełożenie między silnikiem napędowym a wrzecionem i tym samym odpowiednio dla danej operacji obroty wrzeciona.

Tego typu reduktory umożliwiają uzyskanie zmian prędkości wrzeciona w zakresie 1 : 4. Powiększenie tego zbyt małego dla większości obrabiarek zakresu regulacji jest niemożliwe ze względu na występowanie dużych strat energetycznych, powstających w tej części sprzęgieł, które nie są aktualnie włączane, ale których płytki wirują względem siebie z różnymi prędkościami.

2 Jak wiadomo, w sprzęgłach, a w szczególności wielopłytkowych, mimo ich wyłączenia istnieją pewne siły tarcia tworzące tak zwany moment szczytkowy, będący źródłem strat energetycznych. Przy zbyt dużej ilości użytych sprzęgieł i dużym zakresie regulacji straty te są powodem znacznego nagrzewania się całego wrzeciennika i powstawania deformacji cieplnych obniżających dokładność obrabiarci.

10 Bezstopniową regulację obrotów wrzeciona można również uzyskać przez zastosowanie silnika elektrycznego prądu stałego sterowanego odpowiednim układem z wzmacniaczem maszynowym lub elektronicznym, na przykład tyrystorowym, uzyskując duży zakres regulacji, na przykład 1 : 50.

15 Dużą wadą tego typu układu regulacyjnego jest jednak to, że realizuje on pracę wrzeciona przy zachowaniu stałej wartości momentu, a nie stałej mocy wymaganej dla napędu wrzeciona obrabiarki.

20 Jeżeli przy użyciu tego układu chcemy uzyskać wymagany duży moment w zakresie niskich obrotów, konieczne jest stosowanie silnika o dużej mocy, która jest całkowicie nie wykorzystana w zakresie wysokich prędkości obrotowych.

25 Celem wynalazku jest uniknięcie powyższych wad i niedogodności. Cel ten osiągnięto przez konstrukcję wrzeciennika z napędem hydraulicznym umożliwiającym uzyskanie bezstopniowej regulacji obrotów wrzeciona przy zachowaniu stałej mocy skrawania, wyposażonego w dwa silniki hydrauliczne, z

których jeden posiada bezstopniową regulację chłonności, a drugi jest silnikiem o stałej objętości skokowej, wyposażonych we wspólny dla dwóch silników układ rozrządu oleju, sterowany za pomocą cylindra hydraulicznego i wzmacniacza elektrohydraulicznego czterokrawędziowego sterującego prędkością obrotową wrzeciona. Dzięki temu zapewnia on uzyskanie napędu wrzeciona z możliwością bezstopniowej regulacji obrotów w zakresie około 1 : 40, przy zachowaniu stałej mocy skrawania.

Prędkość ruchu obrotowego wrzeciona zamieniana jest na sygnał elektryczny za pomocą prądnicy tachometrycznej w układzie elektronicznym, porównywany z sygnałem zadanym.

Wrzeciennik według wynalazku posiada dwukrzywkowe kulkowe silniki hydrauliczne o promieniowo rozmieszczonych cylindrach, których krzywki zamontowane są bezpośrednio na wrzecionie. Silnik o większej średnicy kul posiada przesuwny wzdłuż osi wrzeciona stator z cylindrami, a kule tego silnika współpracują z przestrzenną krzywką osadzoną na wrzecionie wrzeciennika. Przez osiowe przesuwanie statora możliwe jest uzyskanie bezstopniowej zmiany chłonności tego silnika od wartości maksymalnej do zera.

Drugi silnik o mniejszej średnicy kul posiada stałą chłonność cylindra. Cylindry tych silników zasilane są od wspólnego układu rozrządu oleju, do którego dopływa olej od pompy tłoczącej olej przy stałej wydajności. W położeniu statora odpowiadającego maksymalnej chłonności silnika wyposażonego w większej średnicy kule, cały wydatek oleju dostarczany przez pompę zużywany jest jednocześnie przez dwa silniki hydrauliczne.

Wrzeciono obraca się wtedy w zakresie najniższych obrotów, gdyż chłonność układu utworzonego z dwóch silników hydraulicznych jest wtedy największa. W położeniu statora odpowiadającego zerowej chłonności silnika o większych kulach cały olej zużywany jest przez silnik o mniejszych kulach i wtedy wrzeciono wiruje w zakresie maksymalnych prędkości obrotowych. W stanach pośrednich położenia statora niemożliwe jest uzyskanie dowolnej prędkości obrotowej zawartej w granicach od maksimum do minimum. Przy każdej prędkości wirowania dwa lub jeden silnik hydrauliczny może przekazać na wrzeciono całą moc dostarczaną przez olej przy pominięciu sprawności układu. Ponieważ olej uzyskiwany jest od pompy o stałej wydajności, możliwe jest zatem wykorzystanie do pokonania oporów skrawania pełnej stałej mocy dostarczanej przez silnik napędzający pompę.

Wrzeciennik według wynalazku charakteryzuje się ponadto małymi wymiarami i spokojną bezdrganiową pracą, ponadto nie zawiera on w układzie napędowym żadnych kół zębatach, powodujących hałaśliwą pracę.

Dzięki zastosowaniu cylindra hydraulicznego przesuwającego stator i wzmacniacza elektrohydraulicznego, oraz prądnicy tachometrycznej, obroty wrzeciona mogą być zmieniane układem serwo-mechanizmem, co ma duże znaczenie, gdyż umożliwia stosowanie tego wrzeciennika w obrabiarkach sterowanych numerycznie, gdzie szybkość wirowa-

nia określana jest przez odpowiedni zapis na taśmie dziurkowanej.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój wrzeciennika wzdłuż osi wrzeciona w przekroju B-B na fig. 2, fig. 2 — silnik hydrauliczny o większych kulach i regulowanej chłonności cylindrów w przekroju wzdłuż linii A-A na fig. 1, fig. 3 — rozdzielacz oleju w przekroju wzdłuż linii D-D na fig. 1, fig. 4 — krzywkę na końcu wrzeciona w przekroju wzdłuż linii F-F na fig. 1, fig. 5 — krzywkę w przekroju pośrednim linii E-E na fig. 1, fig. 6 — rozwinięcie na płaszczyźnie hydraulicznego rozdzielacza oleju przedstawione w przekroju wzdłuż linii D-D na fig. 1, fig. 7 — silnik hydrauliczny o mniejszych kulach i stałej chłonności cylindrów w przekroju wzdłuż linii C-C na fig. 1, fig. 8 — schemat blokowy serwo-mechanizmu do sterowania prędkości ruchu wrzeciona.

Wrzeciennik według wynalazku złożony jest z: osadzonego na łożyskach 25 i 25a w korpusie 24, wrzeciona 6, ponadto w części środkowej (przekrój B-B na fig. 1) wyposażony jest w połączony przyrządnym wpustem 5 z wrzecionem 6 zespół rozdzielacza hydraulicznego, którego ruchomy korpus 3 osadzony na dwóch łożyskach 27 i 27a w przesuw- nym statorze 4 zaopatrzony jest w układ odpowiednio ukształtowanych kanałów 2, 7 i 9, uwidocz- nionych na fig. 3 i fig. 6.

Przesuwny za pomocą cylindra 20 stator 4 silnika hydraulicznego wyposażony jest w przedniej części w cylindry 12 o regulowanej chłonności, zaopatrzo- ne w kule 16 współpracujące z przestrzenną krzyw- ką 17 osadzoną na wrzecionie 6 za pomocą wpustu 5a i połączony jest tłoczyskiem 28 z tłokiem 29 osadzonym w cylindrze 20 sterowanym elektro- hydraulicznym czterokrawędziowym wzmacniaczem 21 strumienia ciągłego oleju z układu zasilania. Przesuwny stator 4 na zewnętrznej przyłączenio- wej powierzchni 35 zaopatrzony jest w nieruchome elementy 3a rozdzielacza, wyposażone w komunika- cyjne otwory 10.

Na tylnej ścianie korpusu 24 wrzeciennika osa- dzony jest korpus 18 nieruchomego statora wypo- sażony w cylindry 14 silnika hydraulicznego o stałej chłonności zaopatrzone w kule 37, współpracujące z przestrzenną krzywką 19 osadzoną na wrzecionie 6 za pomocą wpustu 34.

Wrzeciono 6 wyposażone jest w koło zębate 22 zazębione z kołem 26 osadzonym na wale prądnicy tachometrycznej 23 tworzącej ze wzmacniaczem róż- nicowym 32 sygnału oraz wzmacniaczem mocy 33 sprzężonego z uzwojeniem wzmacniacza elektro- hydraulicznego 21 układ sprzężenia zwrotnego sterowanego informacją odczytywaną w czytniku 30 z taśmy dziurkowanej i przekazywaną do przetwor- nika cyfrowo-analogowego 31 sprzężonego ze wzmacniaczem różnicowym 32.

Działanie wrzeciennika według wynalazku jest następujące: Olej od pompy doprowadzony jest do wrzeciennika (fig. 1) przewodem 1. Zostaje on skie- rowany do kanału ciśnieniowego 2 w korpusie 3 rozdzielacza oleju, który napędzany jest za pośrednictwem wpustu 5 do wrzeciona 6. Kanał zbiornikowy 7 połączony jest z przewodem 8 odprowa- dzającym olej z powrotem do zbiornika. Środkowy

kanal 9 korpusu 3 rozdzielacza połączony jest osmioma otworami 10 poprzez stały przewód 11 z cylindrami 12 silnika o regulowanej chłonności, oraz elastycznymi przewodami 13 z cylindrami 14 silnika o stałej chłonności.

Cylindryczna zewnętrzna powierzchnia 36 korpusu 3 rozdzielacza z kanałami 2, 7 i 9 przedstawiona jest w rozwinięciu na fig. 6. Ciśnieniowy kanał 2 połączony jest z dwoma komorami 9B wydzielonymi poprzez przegrody 15 z kanału 9. Analogicznie w kanale 9 wydzielone są komory 9A połączone z odpływowym kanałem 7. Otwory 10B w stanie przedstawionym na fig. 6 są więc zasilane olejem od przewodu ciśnieniowego 1, a otwory 10A są połączone z przewodem odpływowym 8.

Ponieważ otwory 10B łączą się przewodami 11 z cylindrem 12B, doprowadzony olej będzie powodował dociskanie kuli 16B do przestrzennej krzywki 17 wywołującej ruch obrotowy wrzeciona 6, poprzez wpust 5a umieszczony we wrzecionie 6.

Olej z cylindrów 12A będzie wytłaczany poprzez przewody 11 do otworów 10A, a dalej do przewodu odpływowego 8. Po obróceniu się wrzeciona 6 wraz z nim zmieni swoje położenie korpus 3 rozdzielacza, co spowoduje zmianę w sposobie zasilania cylindrów, jednak zawsze w sposób zapewniający ciągły ruch wrzeciona.

Korpus 3 rozdzielacza oleju steruje w identyczny sposób dopływem i odpływem oleju w silniku o stałej chłonności (fig. 7), który zbudowany jest z nieruchomego statora 18 wyposażonego w kule 37 napędzane zamocowaną na wrzecionie krzywkę 19. Przestrzenne krzywki 17 i 19 są tak ukształtowane, że w czasie pracy silnika wymuszają ruch posuwisto-zwrotny kul 16 i 34 w cylindrach 12 i 14. Wielkość przesunięcia kul 16 w czasie tego ruchu jest największa, gdy toczą się one w płaszczyźnie przekroju A-A (fig. 2). W przekroju pośrednim E-E (fig. 5) przesunięcie kul 16 jest mniejsze, a w końcowym przekroju F-F (fig. 4) krzywka 17 przybiera kształt koła. Zmiana kształtu przestrzennej krzywki 17 od przekroju A-A (fig. 2) do kulistego w przekroju F-F (fig. 4) przebiega w sposób ciągły.

Przez przesunięcie statora 4 można uzyskać ruch kul 16 w różnych przekrojach przestrzennej krzywki 17, a zatem regulować chłonności tego silnika od maksimum do zera. Stator 4 przesuwany jest za pomocą cylindra hydraulicznego 20, do którego olej doprowadzony jest od czterokrążdziowego wzmacniacza elektrohydraulicznego 21.

Zamontowane na końcu wrzeciona 6 (fig. 1) koło zębate 22 napędza prądnicę tachometryczną 23, wytwarzającą prąd o napięciu proporcjonalnym do prędkości wirowania wrzeciona 6. Sygnał ten wykorzystywany jest do automatycznego sterowania prędkości ruchu wrzeciona 6 w układzie serwomechanizmu szybkościowego.

Informacje o żądanej prędkości ruchu wrzeciona 6 odczytywane są w czytniku taśmy dziurkowanej 30 i w formie liczbowej przekazywane do przetwornika cyfrowo-analogowego 31. Na wyjściu tego przetwornika pozostaje sygnał napięciowy proporcjonalny do żądanej prędkości wirowania wrzeciona

6. Sygnał ten wprowadzony jest do wzmacniacza różnicowego 32, gdzie porównywany jest z sygnałem doprowadzonym z prądnicy tachometrycznej 23.

Sygnał uchybu przekazany jest do wzmacniacza mocy 33 sterującego prądami płynącymi poprzez uzwojenie wzmacniacza elektrohydraulicznego 21. Jeżeli wzmacniacz różnicowy 32 wykonuje różnicę napięć między sygnałem żądanej prędkości a sygnałem prędkości rzeczywistej uzyskiwanym od prądnicy tachometrycznej 23, popłyną wtedy różne prądy w uzwojeniach wzmacniacza elektrohydraulicznego 21, co za pośrednictwem obiegu hydraulicznego spowoduje przesunięcie tłoka w cylindrze 20, a tym samym spowoduje zmianę prędkości wirowania wrzeciona 6 w sposób opisany poprzednio. Układ dzięki istnieniu sprzężenia zwrotnego będzie zawsze dążył do zachowania żądanej prędkości obrotowej wrzeciona 6 niezależnie od jego obciążenia.

Wrzeciennik według wynalazku może znaleźć zastosowanie w obrabiarkach o automatycznym cyklu pracy, a w szczególności w obrabiarkach sterowanych numerycznie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wrzeciennik z napędem hydraulicznym umożliwiającym uzyskanie bezstopniowej regulacji obrotów wrzeciona przy zachowaniu stałej mocy skrawania wyposażony w dwa silniki hydrauliczne o promieniowo rozmieszczonych cylindrach, **znamienny tym**, że silnik hydrauliczny o regulowanej chłonności cylindra (12) oraz silnik hydrauliczny o stałej objętości skokowej cylindra (14) zaopatrzone są we wspólny dla obu silników układ rozrządu oleju, złożony z osadzonego na wrzecionie (6) korpusu (3) rozdzielacza oraz stałego elementu (3a) rozdzielacza sprzężonego z przesuwym wzdłuż osi wrzeciona (6) statorem (4) połączonym za pomocą tłocznika (28) tłoka (29) osadzonego w hydraulicznym cylindrze (20) sterowanym czterokrążdziowym wzmacniaczem elektrohydraulicznym (21) sprzężonym z układem sprzężenia zwrotnego, złożonego ze wzmacniacza mocy (33), połączonego ze wzmacniaczem różnicowym (32) sygnału oraz czytnikiem (30) taśmy dziurkowanej za pomocą przetwornika analogowo-cyfrowego (31) oraz prądnicy tachometrycznej (23), sprzężonej z wrzecionem (6).

2. Wrzeciennik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jego przesuwny stator (4) silnika hydraulicznego o regulowanej chłonności cylindra (12) wyposażony jest w kule (16A i 16B), sprzężone z przestrzenną krzywką (17) osadzoną na wrzecionie (6), wymuszającą ich ruch posuwisto-zwrotny w cylindrach (12).

3. Wrzeciennik według zastrz. 1 — 2, **znamienny tym**, że korpus (18) nieruchomego statora silnika hydraulicznego o stałej objętości skokowej cylindrów (14) osadzony na korpusie (24) wrzeciennika wyposażony jest w kule (37) sprzężone z przestrzenną krzywką (19) osadzoną na wrzecionie (6), wymuszającą ich ruch posuwisto-zwrotny w cylindrach (14).

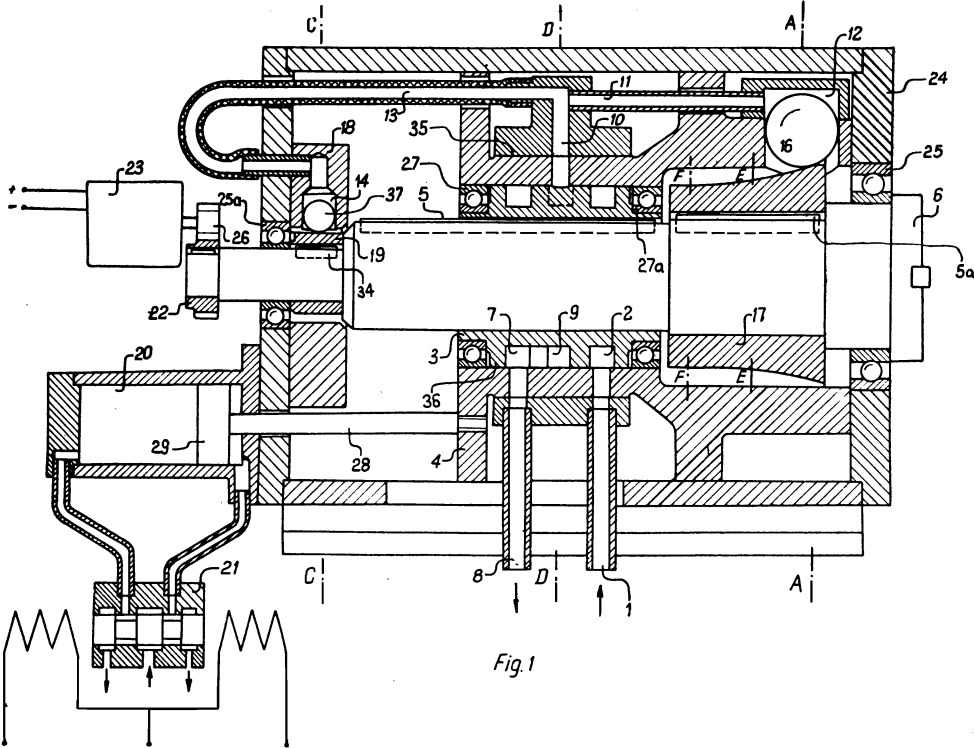


Fig. 1

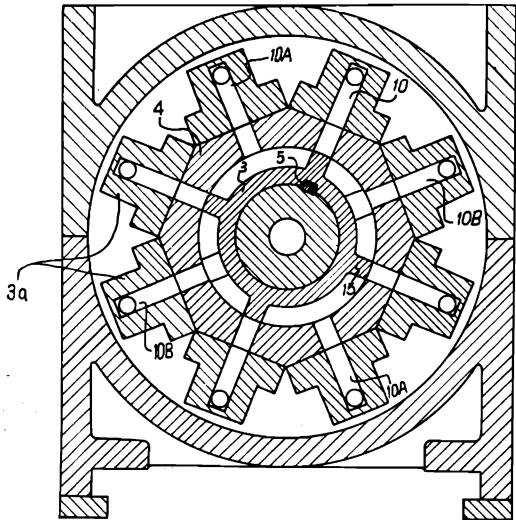


Fig. 3

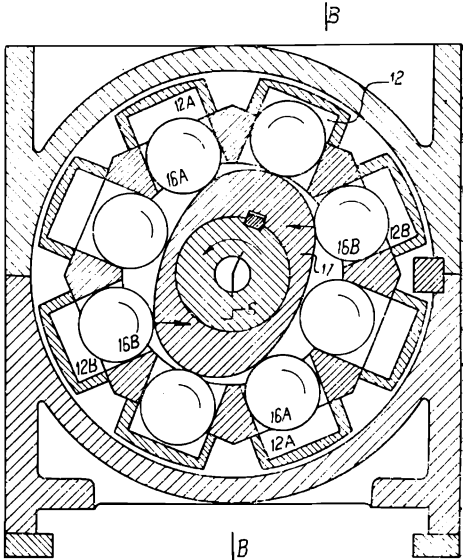


Fig. 2

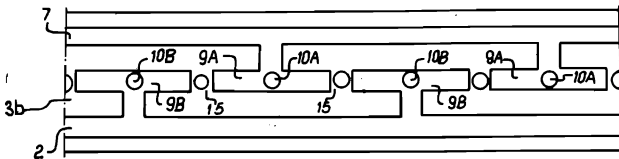


Fig. 6

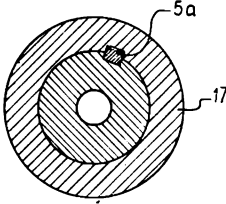


Fig. 4

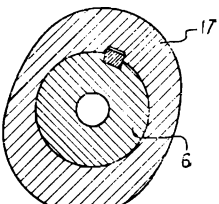


Fig. 5

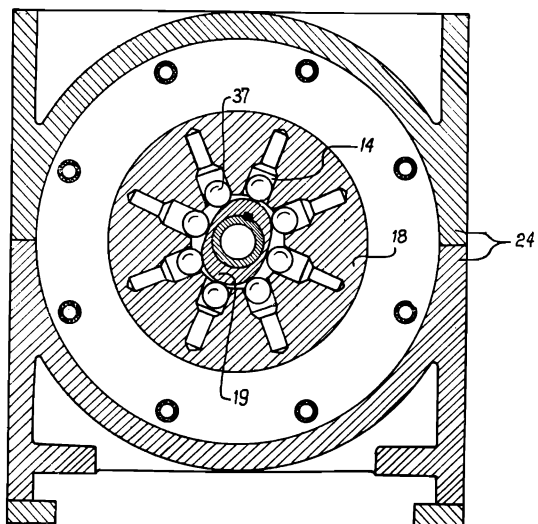


Fig. 7

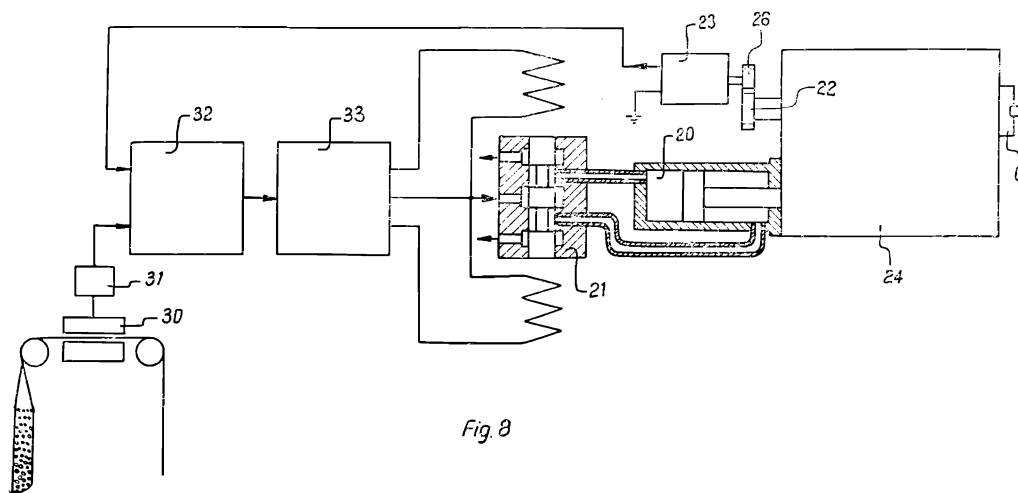


Fig. 8