



(54) **Urządzenie do elektrodynamicznego rozpęszczania metalowych elementów rurowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

01.07.2002 BUP 14/02

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

29.09.2006 WUP 09/06

(73) Uprawniony z patentu:

**Akademia Górniczo-Hutnicza
im.Stanisława Staszica,Kraków,PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**Józef Bednarczyk,Kraków,PL
Jacek Radło,Kraków,PL
Maciej Mickowski,Kraków,PL
Gerard Głuch,Kraków,PL**

(74) Pełnomocnik:

**Elżbieta Postołek,
Akademia Górniczo-Hutnicza**

(57) 1. Urządzenie do elektrodynamicznego rozpęszczania metalowych elementów rurowych, posiadające zabudowane w ramowej konstrukcji nośnej: podajnik elementów rurowych, generator prądu, zespół obróbczy induktora i dzielonej matrycy - ze szczękami napędzanymi zespołem zwierająco-otwierającym, oraz pulpit sterowniczy, **znamiennie tym**, że ponad zespołem obróbczym (IV) zabudowany jest manipulator (III), którego suport z dwoma chwytakami (8, 11) przemieszczany jest przez dwa pneumatyczne siłowniki: poziomy (12) i pionowy (13) w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oś induktora (18), przy czym chwytaki (8, 11) rozstawione są w odległości równej skokowi pneumatycznego siłownika poziomego (12), a ponad to urządzenie posiada zderzak (4), usytuowany w położeniu (A) przy którym oś dosuniętego podajnika (II) do zderzaka (4) elementu rurowego (5) pokrywa się z osią lewego chwytaka (8) w skrajnym, lewym położeniu suportu manipulatora (III), natomiast po drugiej stronie induktora (18) znajduje się odbiornik wyrobu (25), usytuowany w położeniu (C) odpowiadającym osi prawego chwytaka (11) w skrajnym, prawym położeniu suportu manipulatora (III).

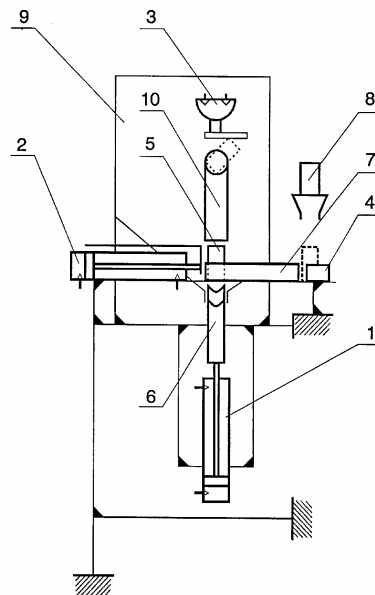


Fig. 2

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do elektrodynamicznego rozpęczania metalowych elementów rurowych, w którym plastyczne odkształcenie ścianki rury na zewnątrz - do zwarcia z powierzchnią kształtującą matrycy - uzyskiwane jest energią impulsowego pola magnetycznego.

Znane sposoby obróbki plastycznej wykorzystujące oddziaływanie sił Lorentza realizowane są w różnych urządzeniach. Jedno z nich, przedstawione w europejskim opisie zgłoszenia wynalazku nr EP 0 371 834 służy do elektrodynamicznego, obwodowego zaciskania kołnierzy stopki na kulistych końcówkach tłoczków, stanowiących elementy hydraulicznych, wysokociśnieniowych pomp wielotłoczkowych. Urządzenie posiada układ poziomy. Na ramowej konstrukcji nośnej zamocowane są: podajnik tłoczków, generator prądu, zespół obróbczy induktora, gniazdo oporowe stopki i pulpit sterowniczy. Podajnik ma zasobnik tłoczków, ułożonych kulistą końcówką w kierunku zespołu obróbczego; w dnie zasobnika wykonany jest wylot do poziomej rury prowadzącej. Od strony tylnego końca w rurę prowadzącą wsunięta jest końcówka tłoczyska przesuwника pneumatycznego, którego skok powoduje przesunięcie tłoczka w pozycję wystawiania kulistej końcówki poza przedni koniec rury, w strefę objętą zespołem obróbczym induktora. Kulista końcówka dociskana jest poosiowo do stopki, podpartej z drugiej strony gniazdem oporowym. Po uderze prądowym z generatora, wywołującym obwodowe zaciśnięcie kołnierza stopki na końcówce kulistej, gniazdo oporowe zostaje odsunięte a dopełnienie całkowitego skoku przesuwника pneumatycznego powoduje wypchnięcie wyrobu z rury prowadzącej na zsuwnię kierującą go do pojemnika magazynowego. Podobny układ konstrukcyjny do powyżej opisanego ma urządzenie służące do obwodowego, elektrodynamicznego zaciskania końcówek na przewodach elektrycznych, przedstawione międzynarodowym opisem zgłoszenia wynalazku nr WO 9722426.

Trudniejsze technicznie są rozwiązania urządzeń wywołujących elektrodynamiczne odkształcanie elementów rurowych na zewnątrz, rozpęczające element aż do zwarcia z powierzchnią obejmującą go matrycy. W tych warunkach wyjęcie wyrobu z matrycy narzuca wymóg jej podziału napędu szczęk matrycy podzespołem zwierająco-otwierającym. Jedno z przykładowych rozwiązań takiego podzespołu przedstawione jest w niemieckim opisie patentowym nr DE 22 61 286. Sworzniowe induktory usytuowane w jednej płaszczyźnie objęte są dzielonymi matrycami, które osadzone są w gniazdach dwóch równoległych ramion. Na obu końcach ramiona połączone są przegubowo poprzez symetryczne dźwignie z siłownikiem, co tworzy obustronny układ zwierająco-rozwierający ramion oraz zabudowanych na nich matryc.

Urządzenie według wynalazku - podobnie jak w powyżej opisanych rozwiązaniach - posiada ramową konstrukcję nośną i zamocowane do niej: podajnik elementów rurowych, generator prądu, zespół obróbczy induktora i dzielonej matrycy - wyposażonej w szczęki napędzane podzespołem zwierająco-otwierającym, oraz pulpit sterowniczy. Istota rozwiązania polega na tym, że ponad zespołem obróbczym zabudowany jest manipulator, którego suport z dwoma chwytakami przemieszczany jest w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oś induktora dwoma pneumatycznymi siłownikami: poziomym i pionowym. Chwytaiki rozstawione są poziomo w odległości równej skokowi pneumatycznego siłownika poziomego. Urządzenie posiada zderzak, usytuowany w położeniu, przy którym oś dosuniętego podajnikiem do zderzaka elementu rurowego pokrywa się z osią lewego chwytaka w skrajnym, lewym położeniu suportu manipulatora. Po drugiej stronie induktora znajduje się odbiornik wyrobu, mający zwłaszcza postać zsuwni, usytuowany w położeniu odpowiadającym osi prawego chwytaka w skrajnym, prawym położeniu suportu manipulatora.

Rozwiązanie takie przy osprzętowieniu urządzenia w czujniki zbliżeniowe członów wykonawczych i koordynację pracy programowalnymi sterownikami elektrycznymi umożliwia pełną automatyzację pracy i włączenie urządzenia do ciągłej linii produkcyjnej.

Korzystnym jest, gdy w urządzeniu zastosowany jest podajnik o szczególnej konstrukcji. Podajnik taki składa się z: zasobnika, pionowego podnośnika, ześlizgu rurowego, przewodnika poziomego oraz przesuwника pneumatycznego. Pionowy podnośnik ma kształtową końcówkę zamocowaną na tłoczysku siłownika pneumatycznego, posiadającą na górnej powierzchni otwarte od góry i wzdłużnie przelotowe gniazdo na element rurowy. Gniazdo ma oś pochyloną w kierunku ześlizgu rurowego pod kątem większym od kąta tarcia. Skok siłownika pneumatycznego odpowiada wymiarowi między dnem zasobnika a otworem wlotowym ześlizgu rurowego. Wbudowany w boczną ściankę zasobnika ześlizg rurowy wygięty jest w dół po zewnętrznej stronie tej ścianki i doprowadzony nad przewodnik poziomy. Przewodnik poziomy zamknięty jest na końcu zderzakiem, usytuowanym w położeniu objętym obsługą manipulatora.

Przedstawione rozwiązanie podajnika zapewnia skuteczne pozycjonowanie elementu rurowego w ściśle określonym położeniu pracy manipulatora, nie wymaga układania elementów w zasobniku.

Usprawnienie opisanego powyżej podajnika polega na tym, że nad otworem wlotowym do ześlizgu rurowego zabudowany jest wahliwy siłownik pneumatyczny. Na wałku siłownika osadzone jest ramię wyznaczające podczas wychylania trajektorię przebiegającą nieco powyżej obrysu elementu rurowego ułożonego osią wzdłuż gniazda końcówki. Do tłoczyska przesuwnika pneumatycznego zamocowana jest płaska przesłona, usytuowana wzdłużnie ponad tłoczyskiem na wysokości nieco poniżej końca ześlizgu rurowego.

Tak usprawniona konstrukcja eliminuje możliwość zablokowania otworu wlotowego do ześlizgu rurowego dla sytuacji gdyby element rurowy nie ustawił się wzdłuż gniazda końcówki pionowego podnośnika. W takim przypadku ramię wahliwego siłownika pneumatycznego straci element rurowy do zasobnika. Ponadto rozwiązanie takie umożliwia pracę podajnika z ześlizgiem rurowym napelnianym w sposób ciągły elementami rurowymi, niezależnie od cyklu pracy manipulatora.

Kolejne rozwinięcie wynalazku dotyczy zespołu obróbczego. Dzieloną matrycę stanowią dwie wymienne szczęki, zamocowane do ram podzespołu zwierająco-otwierającego. Ramy przesuwane są symetrycznie względem induktora przez sprzężenie ich śrubą rzymską napędzaną przez sprzęgło podatne od obrotowego silnika pneumatycznego.

Urządzenie według wynalazku zapewnia pełną automatyzację procesu plastycznego formowania metalowych elementów rurowych o skomplikowanych kształtach, poprzez elektrodynamiczne rozpędzanie w dzielonej matrycy. Proces obróbki realizowany jest w trakcie kilkudziesięciu mikrosekund oddziaływania uderowego ciśnienia o znacznej wartości. Korzystne zmiany w strukturze materiału gwarantują powtarzalność wymiarów, a technicznie łatwa możliwość nastawiania wymaganej energii oraz brak stanów pracy jałowej stanowią o energooszczędności procesu.

Wynalazek przybliżony jest opisem przykładowego wykonania urządzenia pokazanego na rysunku w ujęciu schematycznym. Poszczególne figury rysunku przedstawiają: fig. 1 widok z przodu całego urządzenia, fig. 2 schemat czołowy podajnika, fig. 3 schemat podajnika w przekroju poprzecznym, fig. 4 schemat manipulatora, fig. 5 schemat zespołu induktora i dzielonej matrycy a fig. 6 ideowy schemat generatora.

Do ramowej konstrukcji nośnej urządzenia zamocowane są następujące zespoły: generator I wraz z pulpitem sterowniczym P, podajnik II elementów rurowych 5, manipulator III oraz zespół obróbczy IV, złożony z induktora 18 i dzielonej matrycy.

Podajnik II posiada napelniany elementami rurowymi 5 zasobnik 9 z lejem stożkowym, wewnątrz którego pracuje pionowy podnośnik z kształtową końcówką 6 zamocowaną na końcu tłoczyska siłownika pneumatycznego 1. Na górnej powierzchni kształtowej końcówki 6 wykonane jest otwarte od góry, wzdłużnie przelotowe gniazdo na element rurowy 5. W boczną ścianę zasobnika 9 wbudowany jest ześlizg rurowy 10. Gniazdo kształtowej końcówki 6 ma oś pochyloną w kierunku ześlizgu rurowego 10 pod kątem większym od kąta tarcia. Skok siłownika pneumatycznego 1 odpowiada wymiarowi między dnem zasobnika 9 a otworem wlotowym ześlizgu rurowego 10. Ześlizg rurowy 10 wygięty jest w dół po zewnętrznej stronie ścianki zasobnika 9 i doprowadzony jest nad prowadnik poziomy 7, zamknięty na końcu zderzakiem 4. Element rurowy 5 po dosunięciu do zderzaka 4 zostaje usytuowany w położeniu A, objętym strefą obsługi manipulatora III. Nad otworem wlotowym do ześlizgu rurowego 10 zabudowany jest wahliwy siłownik pneumatyczny 3, na którego wałku osadzone jest ramię wyznaczające podczas wychylania trajektorię przebiegającą nieco powyżej obrysu elementu rurowego 5, w położeniu, gdy walcową poboczną przylega do gniazda kształtowej końcówki 6. Do tłoczyska przesuwnika pneumatycznego zamocowana jest płaska przesłona, usytuowana wzdłużnie ponad tłoczyskiem na wysokości nieco poniżej końca ześlizgu rurowego 10.

Manipulator III zabudowany jest ponad zespołem obróbczym IV. Jego suport z dwoma trójpalcowymi chwytakami: lewym 8 i prawym 11 przemieszczany jest w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oś induktora 18. Ruch suportu wykonywany jest dwoma pneumatycznymi siłownikami: poziomym 12 i pionowym 13. Ruch palców chwytaków 8, 11 uzyskiwany jest przy pomocy oddzielnych napędów pneumatycznych. Chwytyki lewy 8 i prawy 11 rozstawione są poziomo w odległości równej skokowi pneumatycznego siłownika poziomego 12. W skrajnym, lewym położeniu suportu oś lewego chwytaka 8 przyjmuje położenie A, pokrywające się z osią dosuniętego do zderzaka 4 elementu rurowego 5. Po drugiej stronie induktora 18 znajduje się odbiornik wyrobu 25, który w tym wykonaniu stanowi zsuwnia do pojemnika wyrobów gotowych. Odbiornik wyrobu 25 usytuowany jest w położeniu C odpowiadającym osi prawego chwytaka 11 w skrajnym, prawym położeniu suportu manipulatora III.

Induktor 18 zespołu obróbczego IV zamocowany jest w położeniu B, które jest przemiennie wspólne dla obu chwytaków 8 i 11, przyjmujących to położenie w obu skrajnych położeniach suportu. Dzieloną matrycę tworzą dwie wymienne szczęki 17, zamocowane do ram podzespołu zwierająco-otwierającego, ram które przesuwane są symetrycznie względem induktora 18 przez sprzężenie ich śrubą rzymską 16, napędzaną przez sprzęgło podatne 15 od obrotowego silnika pneumatycznego 14. Induktor 18 połączony jest mechanicznie z elektrycznym gniazdem, do którego doprowadzone są przewody 24 z generatora I.

Głównym podzespołem generatora I jest bateria kondensatorów 21, połączona przez wysokonapięciowy prostownik 20 z transformatorem wysokiego napięcia 19. Jednocześnie okładki baterii kondensatorów 20 połączone są z induktorem 18 poprzez wysokonapięciowy komutator 23 lub normalnie otwarte styki wysokonapięciowego stycznika. W skład generatora I wchodzi zadajnik napięcia ładowania 22 baterii kondensatorów 21 oraz komparator porównujący wartość napięć: zadanego i panującego na okładkach kondensatora. Komparator połączony jest z członem wykonawczym sterującym komutatorem 23 lub stycznikiem.

Cykl pracy urządzenia sterowany jest z wykorzystaniem sygnałów od niewidocznych na rysunkach czujników zbliżeniowych. Podczas ruchu do góry siłownika pneumatycznego 1 kształtowa końcówka 6 pobiera element rurowy 5 z dna zasobnika 9 i podnosi go na wysokość otworu wlotowego do ześlizgu rurowego 10. Po osiągnięciu tego położenia zostaje pobudzony wahliwy siłownik pneumatyczny 3, którego ramię obracając się o 180° powoduje ewentualne strącenie do zasobnika 9 elementu rurowego 5 ustawionego nie w osi otworu do ześlizgu rurowego 10. W sytuacji prawidłowego ułożenia element rurowy 5 grawitacyjnie opada ześlizgiem rurowym 10 na prowadnik poziomy 7, przed końcówką przesuwnika pneumatycznego 2. W momencie samoczynnego powrotu wahliwego siłownika pneumatycznego 3 do położenia wyjściowego następuje równoczesne opuszczenie tłoczyska siłownika pneumatycznego 1 oraz ruch do przodu przesuwnika pneumatycznego 2, przemieszczający element rurowy 5 po prowadniku poziomym 7 aż do położenia A przylegania do zderzaka 4. Ustawienie elementu rurowego 5 w pozycjonowanym położeniu A powoduje pobudzenie do pracy manipulatora III, którego suport znajduje się wyjściowo w skrajnym położeniu lewym. Obydwa chwytaki: lewy 8 i prawy 11 z rozwartymi końcówkami chwytynymi przemieszczają się w dół zajmując krańcowe położenia: lewy 8 na elementem rurowym przeznaczonym do obróbki a prawy 11 w położeniu B nad obrabianym wyrobem nasuniętym na zewnętrzną powierzchnię walcowego induktora 18, między rozwartymi szczękami 17 matrycy. Następnie końcówki chwytaków 8 i 11 zaciskają się na powierzchniach elementu rurowego 5 i wyrobu a siłownik pionowy 13 unosi je do góry. W sytuacji, gdy w położeniu A występuje brak elementu rurowego 5 następuje pobudzenie do pracy podajnika II według powyżej opisanego algorytmu. Manipulator III siłownikiem poziomym 12 przemieszcza suport w prawe skrajne położenie i opuszcza go w dół siłownikiem pionowym 13. Element rurowy 5 przenoszony lewym chwytakiem 8 nasuwany jest na induktor 18 a gotowy wyrób prawego chwytaka 11 opuszczany nad zsuwnię odbiornika wyrobu 25; następuje rozwarcie końcówek chwytynych. Dalszymi czynnościami manipulatora III jest: uniesienie suportu z rozwartymi końcówkami chwytaków 8 i 11 oraz zamknięcie szczęk 17 matrycy przez silnik pneumatyczny 14 i śrubę rzymską 16. W tym momencie następuje ładowanie baterii kondensatorów 21, z transformatora 19 przez prostownik 20. W momencie osiągnięcia na okładkach kondensatorów wartości napięcia nastawionej w układzie zadajnika napięcia ładowania 22 zostaje pobudzony komparator, który poprzez elektryczny człon wykonawczy powoduje zamknięcie styków komutatora 23 i w wyniku wyładowania baterii kondensatorów 21 w obwodzie induktora 18. Przez zwoje induktora 18 przepływa krótkotrwały, udarowy prąd o przebiegu oscylacyjnym, indukujący prąd wirowy w ścianie obrabianego elementu rurowego 5. Dynamiczne oddziaływanie prądów powoduje przemieszczenie w stronę matrycy ścianki elementu rurowego 5, która przyjmują formę wynikającą z kształtu roboczych powierzchni matrycy. Po wyładowaniu kondensatorów 21 szczęki 17 matrycy zostają rozwarte. Urządzenie pracować może według trzech trybów pracy: sekwencyjna ręczna, automatyczna, zerowanie. Wyboru odpowiedniego trybu dokonuje operator posługując się przyciskami usytuowanymi na pulpicie sterowniczym P.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do elektrodynamicznego rozpędzania metalowych elementów rurowych, posiadające zabudowane w ramowej konstrukcji nośnej: podajnik elementów rurowych, generator prądu, ze-

spół obróbczy induktora i dzielonej matrycy - ze szczękami napędzanymi podzespołem zwierająco-otwierającym, oraz pulpit sterowniczy, **znamienne tym**, że ponad zespołem obróbczym (IV) zabudowany jest manipulator (III), którego suport z dwoma chwytakami (8, 11) przemieszczany jest przez dwa pneumatyczne siłowniki: poziomy (12) i pionowy (13) w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oś induktora (18), przy czym chwytaki (8, 11) rozstawione są w odległości równej skokowi pneumatycznego siłownika poziomego (12), a ponad to urządzenie posiada zderzak (4), usytuowany w położeniu (A) przy którym oś dosuniętego podajnika (II) do zderzaka (4) elementu rurowego (5) pokrywa się z osią lewego chwytaka (8) w skrajnym, lewym położeniu suportu manipulatora (III), natomiast po drugiej stronie induktora (18) znajduje się odbiornik wyrobu (25), usytuowany w położeniu (C) odpowiadającym osi prawego chwytaka (11) w skrajnym, prawym położeniu suportu manipulatora (III).

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że podajnik (II) składa się z zasobnika (9), pionowego podnośnika (1, 6), ześlizgu rurowego (10), prowadnika poziomego (7) oraz przesuwника pneumatycznego (2), z których: pionowy podnośnik ma kształtową końcówkę (6) zamocowaną na tłoczysku siłownika pneumatycznego (1), posiadającą na górnej powierzchni otwarte od góry i wzdłużnie przelotowe gniazdo na element rurowy (5), gniazdo o osi pochylonej w kierunku ześlizgu rurowego (10) pod kątem większym od kąta tarcia, ponad to skok siłownika pneumatycznego (1) odpowiada wymiarowi między dnem zasobnika (9) a otworem wlotowym ześlizgu rurowego (10) natomiast ześlizg rurowy (10) wbudowany w boczną ściankę zasobnika (9) wygięty jest w dół po zewnętrznej stronie tej ścianki i doprowadzony nad prowadnik poziomy (7), który zamknięty jest na końcu zderzakiem (4) usytuowanym w położeniu (A) strefy obsługi manipulatora (III).

3. Urządzenie według zastrz. 2, **znamienne tym**, że nad otworem wlotowym do ześlizgu rurowego (10) zabudowany jest wahliwy siłownik pneumatyczny (3), na którego wałku osadzone ramię wyznacza podczas wychylania trajektorię przebiegającą nieco powyżej obrysu elementu rurowego (5) ułożonego osią wzdłuż gniazda końcówki (6), a ponad to do tłoczyska przesuwника pneumatycznego (2) zamocowana jest płaska przesłona, usytuowana wzdłużnie ponad tłoczyskiem i nieco poniżej końca ześlizgu rurowego (10).

4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że dzielona matryca ma dwie, połówkowe, wymienne szczęki (17), zamocowane do ram podzespołu zwierająco-otwierającego, które przesuwane są symetrycznie względem induktora (18) przez sprzężenie śrubą rzymską (16) napędzaną przez sprzęgło podatne (15) od obrotowego silnika pneumatycznego (14).

Rysunki

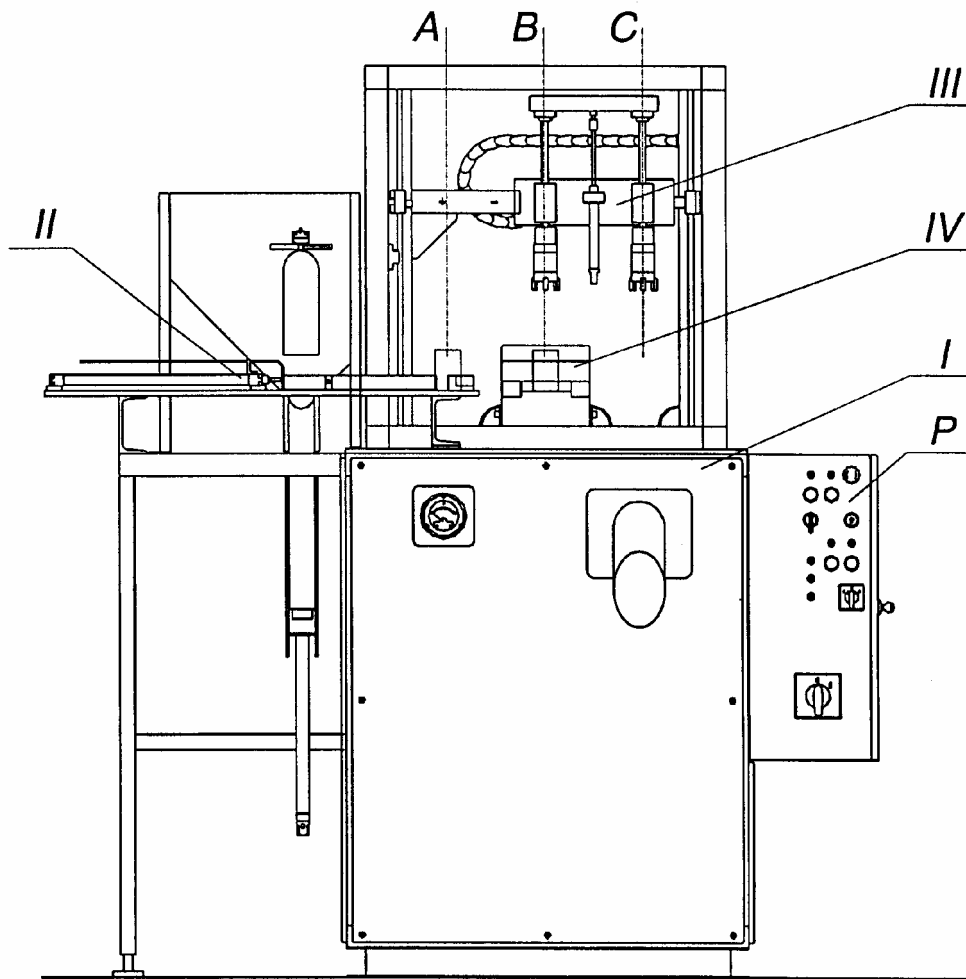


Fig. 1

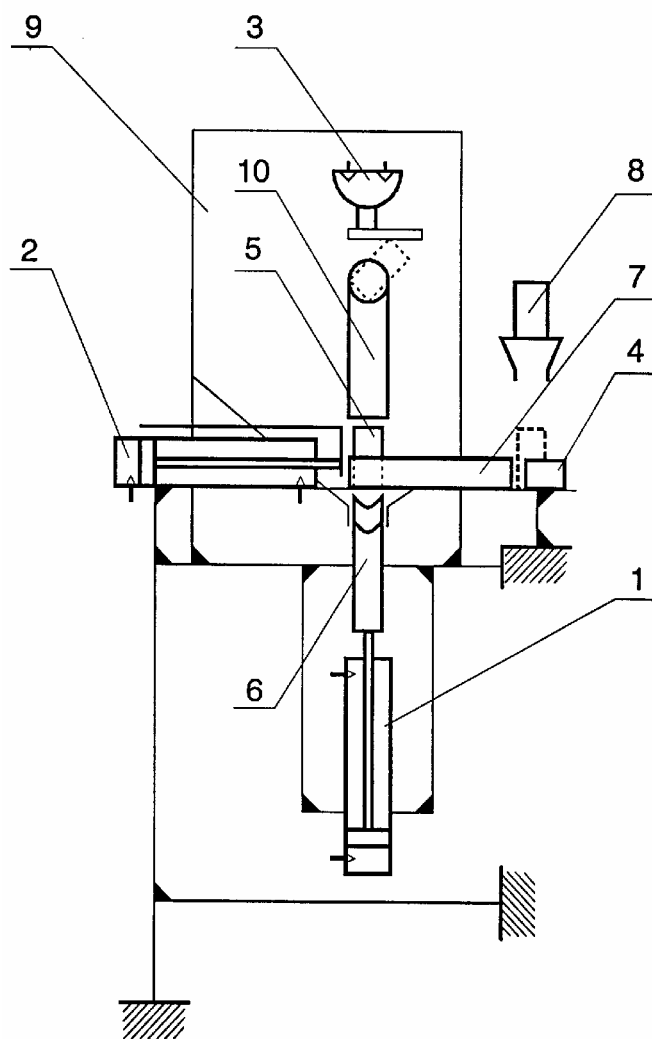


Fig. 2

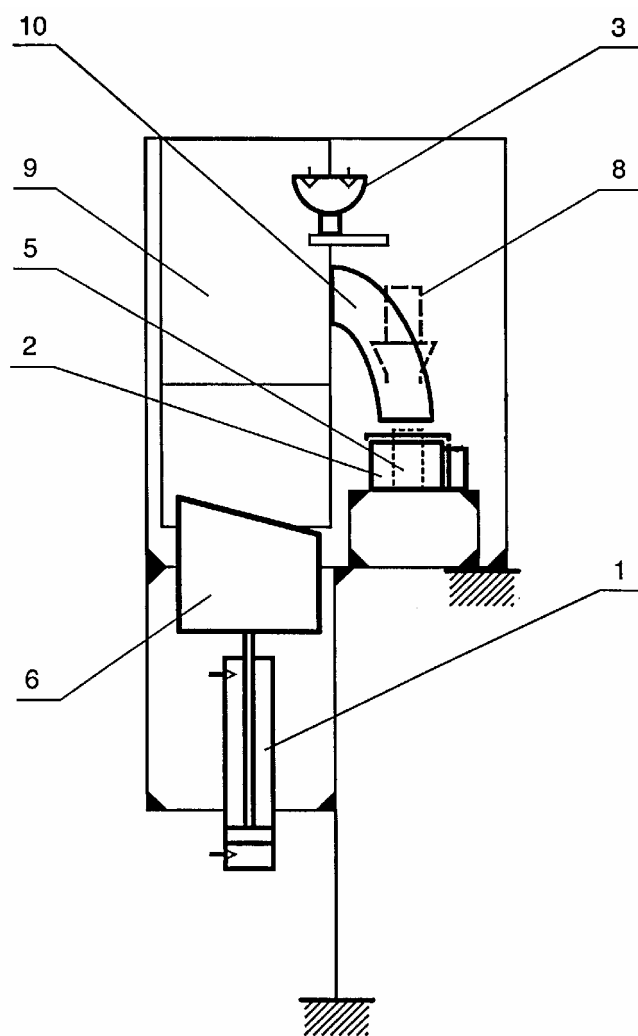


Fig. 3

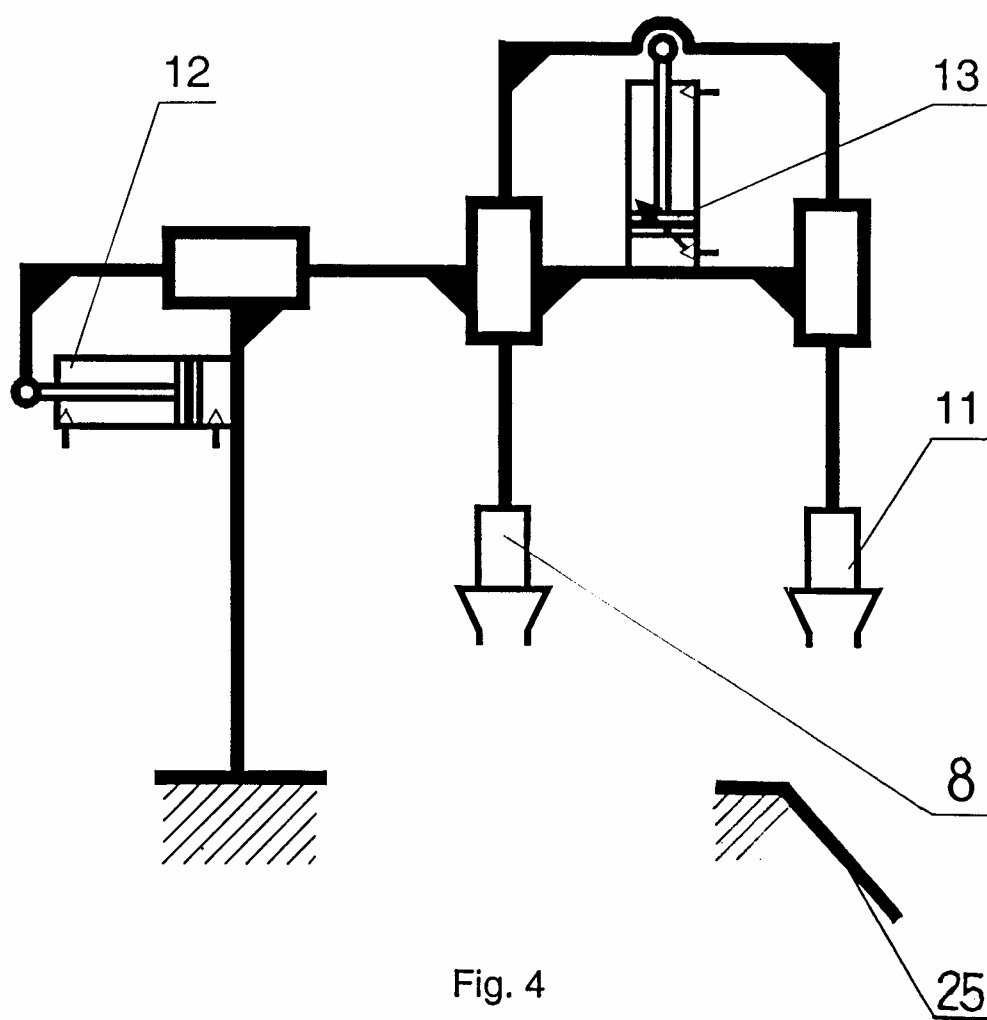


Fig. 4

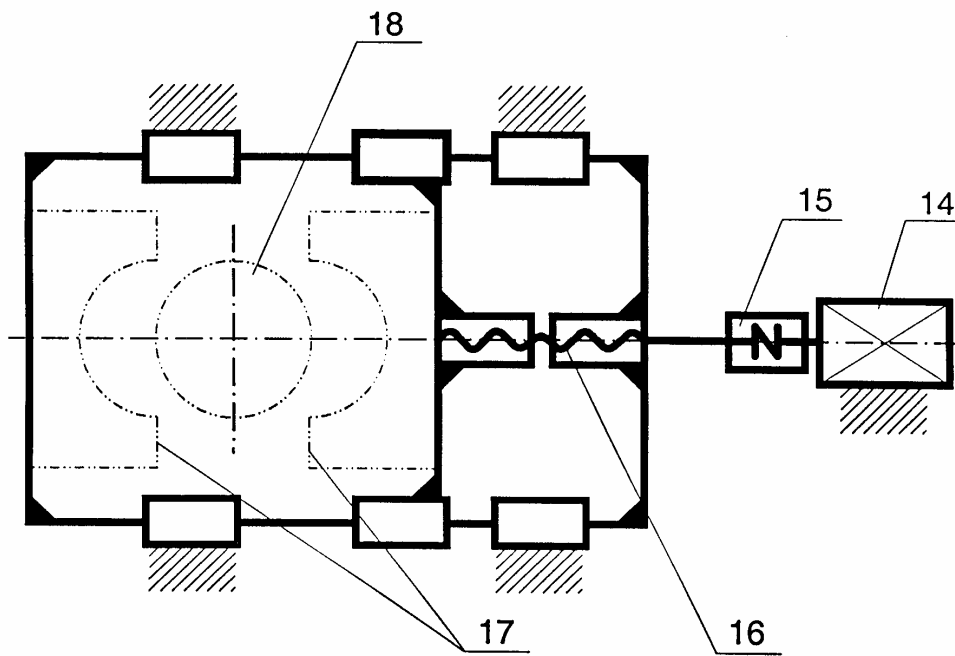


Fig. 5

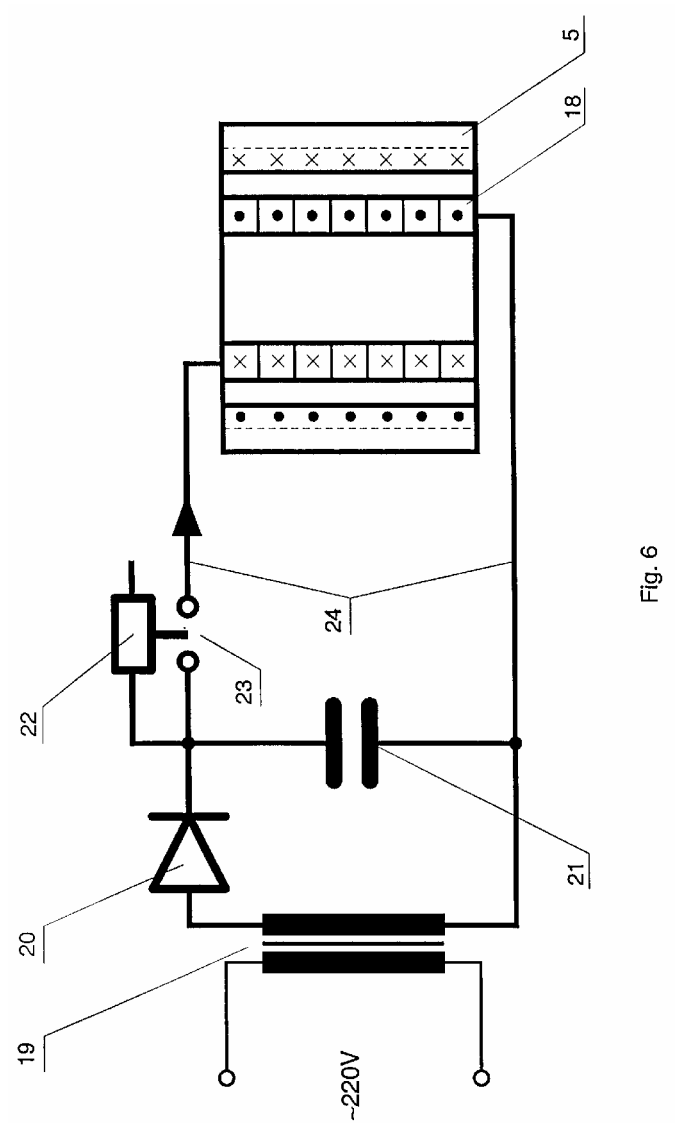


Fig. 6

