

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 45151

Kl. 21 h, 30/02

Jerzy Piwowski

Warszawa, Polska

Sposób elektroerozyjnego drażenia otworów i elektrodrażarka erozyjna pracująca według tego sposobu

Patent trwa od dnia 2 sierpnia 1960 r.

Elektrodrażarka erozyjna według wynalazku pozwala na drażnienie otworów kształtowych w metalach twardych jak np. w stali hartowanej, w węglkach spiekanych itp., materiałach z precyzją dotąd nieosiągalną na elektrodrażarkach już istniejących. Otrzymuje się mianowicie wysoką klasę gładzi powierzchni.

Dokładność obróbki została osiągnięta dzięki zmianie dotychczasowego sposobu drażenia oraz odpowiednio opracowanej konstrukcji obrabiarki. Dotychczas drażono w zasadzie elektrodami miedzowymi ze względu na przeszło dwukrotnie mniejsze ich zużycie niż np. stalowych. Pomimo tego następowało zawsze w miarę zagłębiania się w materiał nieuchronne dość szybkie zużycie boków elektrody (fig. 2) powodujące zniekształcanieżądanego kształtu otworu na skutek tego, że zgranulowane wytopki metalu powstające na czole elektrody wyrzucane siłą wyładowań elektrycznych, miały tylko jedną drogę wyjścia pomiędzy ścianką otworu a elektrodą, zwierając je dodatkowo i powodując ich niszczenie.

Sposób drażenia według wynalazku polega na tym, że draży się najpierw zgrubnie otwór dotychczas znaną metodą silnymi impulsami prądu niskiej częstotliwości tak, aby w czasie pomiędzy jednym wyładowaniem impulsu a drugim, płynny dielektryk (zwany dalej chłodziwem) miał czas ochłodzić i zgranulować nadtopiony metal oraz wyrzucić wytopki na zewnątrz ślepego otworu, a następnie wrócić pod czoło elektrody, wypełniając powstałą próżnię po wyładowaniu elektrycznym. Drażenie zgrubne wykonuje się przy wykorzystaniu maksymalnych parametrów prądu, a zatem i szybkości posuwu elektrody. Następnie draży się powtórnie otwór o żądanym przekroju kalibrową elektrodą, wypychając wytopki, pęcherzyki gazów i przepalone chłodziwo (np. naftę) przez wstępny otwór (fig. 3) strumieniem doprowadzanego pod ciśnieniem, pomiędzy ściankami materiału a elektrodą, płynnego, zawsze świeżego chłodziwa. Kierunek przepływu z dołu do góry jest najkorzystniejszy gdyż zapobiega

tworzeniu się szkodliwej poduszki gazowej na czole elektrody.

Przy drażnieniu ślepych otworów o większych przekrojach elektrod, przepływ dielektryka (chłodziwa) można otrzymać nie jak wyżej przez otwór w materiale, lecz przez otwór w osi rdzenia elektrody. Dzięki temu wydrążona ścianka materiału zachowuje gładką powierzchnię, gdyż nie jest narażana na dodatkowe wyladowania wskutek zwarć z elektrodą powodowanych przez wydrążki, toteż szczelina między elektrodą wydatnie zmniejsza się, wpływając na zwiększenie dokładności obróbki. W tym procesie cała praca elektrody przenosi się na jej czoło. Wraz ze zwiększaniem ciśnienia dielektryka można zwiększać częstotliwość wyladowań np. do rzędu kilkuset kHz a nawet 1 MHz tak jednak, aby nie dopuścić do jonizacji ciągłej, co powodowałoby spalanie jednocześnie obydwu elektrod to jest narzędzia i materiału, ponieważ zgranulowanie wytopków powstaje tylko wtedy, gdy dielektryk działający jednocześnie jako płyn chłodzący znajduje się w sferze wyladowań pomiędzy elektrodami (narzędziem i materiałem). Wysokość ciśnienia ograniczona jest tylko wytrzymałością mechaniczną na rozerwanie komory roboczej. Ze wzrostem ciśnienia następuje wzrost sprawności drażnienia i dokładności obróbki, gdyż oprócz lepszego chłodzenia, dielektryk również w pewnym stopniu staje się bardziej wytrzymały na przebiecie prądem, a zatem zmniejsza się przestrzeń dzieląca elektrodę roboczą od elektrody-materiału, wierniej odzwierciedlając kształt elektrody-narzędzia.

Drażnienie za pomocą wyladowań wielkiej częstotliwości przy zastosowaniu przepływającego pod ciśnieniem chłodziwa, pozwala na zmniejszenie ich energii, to też kraterki po wytopkach są tym mniejsze im wyższa jest częstotliwość impulsów prądu. Powiększanie ilości kraterków przez zmniejszenie ich wielkości na tej samej powierzchni jest równoznaczne z otrzymywaniem wyższej gładkości obróbki. Do wykonywania nawet miniaturowych kształtowych otworków nie trzeba będzie używać miedziowych elektrod, wystarczą bowiem stalowe, których obróbka kształtów nie sprawia trudności np. na stole magnetycznym płaskiej szlifierki, co jest niemożliwe przy obróbce tzi.

Urządzenie pracujące sposobem według wynalazku pozwala na drażnienie pod ciśnieniem nawet i całym zestawem elektrod, dzięki czemu można za jednym założeniem przedmiotu wykonać jednocześnie wszystkie kształtowe otwory np. w miniaturowym wykrojniku blokowym (matryczka, stempel, wypychacz) gdzie rozstawienie otworków ograniczone jest tolerancją schodzącą poniżej 0,01 mm. Konstrukcja obrabiarki według wynalazku pozwala na wykonywanie otworów o przekroju rzędu 1 mikrona kwadratowego. Ponadto dzięki obrotowemu wrzecionu można wykonywać nie tylko otwory proste lecz i o kształcie łukowym, których oś przebiega po obwodzie koła lub spirali. W celu bliższego wyjaśnienia sposobu drażnienia według wynalazku i konstrukcji urządzenia oraz dla zobrazowania pracy elektrod i konstrukcji urządzeń pomocniczych, na rysunku podano przykładowe rozwiązanie urządzeń według wynalazku i zilustrowano sposób drażnienia. Na rysunku fig. 1 przedstawia ogólny widok opisywanej elektrodrażarki, fig. 2 — 0 — początek drażnienia dotychczasowym sposobem, fig. 2-1 — drażnienie głębokie dotychczasowym sposobem, fig. 3 — drażnienie wykańczające sposobem według wynalazku, fig. 4 — komorę roboczą z zestawem elektrod, fig. 5 — głowicę elektrodrażarki z napędem wrzeciona, fig. 6 — kolumny z prowadnicą głowicy i podnośnikiem, fig. 7 — rzutnik mierniczy z ekranem, fig. 8 — schemat hydrauliczny posuwu wrzeciona i podnośnika, a fig. 9 — schemat hydrauliczny cyrkulacji chłodziwa (dielektryka).

Model elektrodrażarki erozyjnej uniwersalnej według wynalazku, przedstawiony przykładowo w rzucie aksonometrycznym na fig. 1, może ponadto służyć jako precyzyjna wiertarka współrzędnościowa (koordynacyjna). W skład elektrodrażarki według wynalazku wchodzi następujące zespoły: stół główny (korpus) 1-1, w którym znajduje się zasilacz elektryczny z impulsatorem elektronowym, pulpit sterowniczy 1-2, optyczny rzutnik pomiarowy 7-0 z ekranem 7-5 i ciemnią optyczną 7-6, urządzenia hydrauliczne napędu wrzeciona i podnośnika (fig. 8) oraz cyrkulacji izolacyjnego chłodziwa (dielektryka) — fig. 9). Pośrodku frontowej ściany korpusu 1-1 znajduje się wyjęcie przeznaczone do umieszczenia nóg obsługującego maszynę, a na korpusie 1-1 ustawiona jest podstawa 1-3 części mechanicznej elektrodrażarki z przykręconym do niej stołem

krzyżowo obrotowym (suportem) przypominającym konstrukcją typowy stół dużego mikroskopu warsztatowego, tylko o znacznie silniejszej budowie i dłuższym przesuwie szufladek suportowych. Śruby mikrometryczne do ich przesuwu są osadzone obrotowo i zaopatrzone w głowiczki ze skalą 1—4 o szerokiej podziałce z noniusem mikronowym. Przesuwu suportu kontrolowane są dokładnymi optimetrami lub czujnikami mikronowymi 1—5, których zakres pomiarów może być powiększany i regulowany płytkami wzorcowymi, wstawianymi pomiędzy kowadełka ramion szufladek a czujkę przyrządu pomiarowego. Ponadto wzdłuż szufladek umieszczone są liniały milimetrowe do zgrubnego ustawiania przesuwów. Stół obrotowy 1—6 posiada naciętą na obwodzie podziałkę stopniową z dokładnym noniusem oraz ma pokrętko o dużej przekładni do ręcznego ustawiania. Płyta tego stołu posiada przykręconą do niej na stałe wanienkę 4—9 na chłodziwo oraz wyfrezowane kanały na śruby do mocowania przedmiotu obrabianego lub komory roboczej (fig. 4), która może być wbudowana wewnątrz suportu jak podano na rysunku.

Fig. 2—0 uwiadczenia pracę elektrod, zanurzonych w chłodziwie, w elektrodrażarce pracującej sposobem dotychczas znanym. Pionowa strzałka wskazuje kierunek posuwu elektrody — narzędzia 2—01 zagłębiającej się w materiale obrabianym 2—02. Strzałki na tle cieczy 2—03 skierowane w górę wskazują kierunek wyrzucanych wyladowaniach elektrycznymi zanieczyszczeń i wytopków, w dół — kierunek napływającego świeżego chłodziwa.

Fig. 2—1 przedstawia dalszą pracę tych samych elektrod. Na skutek zderzania się biegnących w przeciwnych kierunkach zanieczyszczeń i napływającego chłodziwa pomiędzy bardzo blisko znajdującymi się elektrodami w głębokim już ślepych otworze, koniec elektrody — narzędzia pozbawiony zostaje coraz bardziej dopływu chłodziwa, a wytopki spod czoła elektrody zwierając boki elektrody ze ścianką otworu nadpalają ją, a więc traci ona pierwotny kształt, co zniekształca coraz bardziej otwór w drażonym materiale.

Fig. 3 przedstawia sposób drażenia według wynalazku. Czyste chłodziwo (dielektryk) 4—1 (np. pentachlordifenyl, nafta itp.) wtłaczane jest pod ciśnieniem w przestrzeń pomiędzy elektrodami, przedostając się do czoła elektrody — narzędzia (4—8), na którym powstają wyla-

dowania elektryczne. Chłodziwo splukawszy zanieczyszczenia uchodzi wraz z nimi wstępnie wykonanym otworem 3—1 na zewnątrz do wanienki 4—9. Przy większych przekrojach elektrod chłodziwo może też wypływać otworem znajdującym się w elektrodzie — narzędziu. Drażenie pod ciśnieniem odbywa się w zamkniętym zbiorniku (komorze roboczej) umieszczonym w stole, przedstawionym na fig. 4, do którego doprowadzone jest pod ciśnieniem chłodziwo 4—1. Komora robocza zamknięta jest przykręconą do niej płytą 4—2 w której osadzone są kolumny przewodnikowe 4—3 po których przesuwają się izolowane przewodnice (tuleje ślizgowe) 4—4. Przewodnice te są połączone mostkiem 4—5 do którego mocuje się narzędzie w postaci elektrody pojedynczej lub w postaci zespołu elektrod umocowanych w obsadzie. Do spodniej strony płyty 4—2 mocuje się przedmiot obrabiany 4—7. Ciecz doprowadzana pod ciśnieniem do komory opływa elektrody 4—8, porywa zgranulowane wytopki przepychając je przez pomocniczy otwór, wstępnie wykonany w przedmiocie obrabianym (fig. 3) i już jako zanieczyszczony wypływa otworem w płycie 4—2 do wanienki 4—9 umieszczonej na stole. Prąd elektryczny, impulsy mechaniczne i ruch poosiowy w postaci roboczego posuwu elektrody przenoszone są z uchwytu wrzeciona 5—7 głowicy (fig. 5) na płytę mostka 4—5 za pomocą cięgieł 4—10, przechodzących poprzez izolacyjne tuleje ślizgowe 4—11 i ramiona za pośrednictwem sworzni głównego 4—12.

Każda elektrodrażarka erozyjna znana o ile będzie posiadała regulowany dwukierunkowy posuw wrzeciona, po zainstalowaniu w stole roboczym wyżej opisanej komory 4—0 i pompki hydraulicznej do chłodziwa oraz impulsatora elektrycznego wielkiej częstotliwości, może drażyć pod ciśnieniem zyskując na szybkości i dokładności obróbki. W podstawie 1—3 za stołem krzyżowo obrotowym osadzone są kolumny 6—1, po których przesuwane są sanie 6—2 głowicy elektrodrażarki za pomocą podnośnika hydraulicznego 6—3. Głowica (fig. 5) elektrodrażarki osadzona jest na poziomej, obrotowej osi i przykręcona do san 6—2. Wrzeciono 5—1 głowicy osadzone jest obrotowo na łożyskach kulkowych w dwóch bębnach 5—2 za pomocą sprężystych membran 5—3 tłumiących impulsy mechaniczne elektromagnetycznego wibratora 5—4 tak, iż nie przenoszą

się one na trzon tłoka 5-5, wewnątrz którego znajduje się wrzeciono. Tłok ten przesuwa się w cylindrze hydraulicznego napędu przesuwu wrzeciona za pomocą dopływu oleju, regulowanego z pulpitu sterowniczego ręcznie lub elektronicznym automatycznym regulatorem szybkości posuwu. Ponadto dolny bęben 5-2 ma na swoim obwodzie ruchomy pierścień ze skalą stopniową, określającą kąt obrotu wrzeciona i noniuszem. Po zwolnieniu zacisku unieruchamiającego obrót wrzeciona, wrzeciono może być napędzane silnikiem 5-6 o regulowanych obrotach, gdy zachodzi potrzeba posłużenia się drążarką jako precyzyjną wiertarką współrzędnościową (koordynacyjną). Napęd posuwu wrzeciona może być też i mechaniczny, jak np. dotychczas stosowany, lecz w obydwu przypadkach musi być stosowane znane urządzenie elektroniczne samoczynnie regulujące posuw wrzeciona zabezpieczające przed przeciążeniem prądowym elektrod oraz ich zwarcie. Na zewnątrz głowicy 5-0 po obu jej stronach znajdują się liniały 1-7 przymocowane do górnego bębna 5-2 wrzeciona. Jeden z liniałów posiada dwa nastawne zderzaki ograniczające posuw wrzeciona. Pomiedzy zderzakami umieszczony jest wyłącznik elektryczny zatrzymujący samoczynnie pracę maszyny. Na drugim liniale znajduje się nastawne ramię z dynamometrycznym bezpiecznikiem, które naciska na czujnik 1-8, wskazujący długość i szybkość posuwu wrzeciona. Rzutnik pomiarowy, którego układ przedstawiono schematycznie na fig. 7, jest tak skonstruowany, aby można było dokonywać pomiarów nie zdejmując przedmiotu obrabianego ze stołu celem dokonania ewentualnych poprawek w razie niezgodności z obrysem wzorcowym na ekranie. W tym celu po wykomaniu otworu podnosi się głowicę 5-0 do góry, a na jej miejsce przesuwa się przystawkę 7-2 z lampą projekcyjną 7-1 wyposażoną w kondensor i pryzmat. Strumień światła pada na przedmiot 4-7 zanurzony w chłodziwie (fig. 7), które musi być zawsze przezroczyste co zapewnia układ ciągłej jego cyrkulacji i filtrowania. Daje to oszczędność na czasie spuszczenia płynu i osuszenia mokrych krawędzi wydrążonego otworu, gdyż następowałoby na nich rozszczepianie się światła, czego następstwem byłaby słaba kontrastowość na ekranie rzutnika — kosztem silniejszej lampy projekcyjnej, gdyż znaczna część promieni zostaje absorbowana przez chłodziwo. Snop światła przecho-

dzi następnie przez szklane dno zbiornika stołu obrotowego i poprzez obiektyw 7-3, znajdujący się poniżej stołu, pada na pryzmat odchylający i po odbiciu się w zwierciadle 7-4 pada z kolei na pulpit stołu, zbudowany w postaci ekranu 7-5 umieszczonego w komorze 7-6, osłoniętej zasłoną dla uzyskania ciemni optycznej. Rzutnik może być skonstruowany również w nieco odmienny sposób, a mianowicie tak, iż lampa projekcyjna umieszczona jest pod stołem i snop światła pada od dołu do góry a więc przez szybę dna zbiornika, chłodziwo, otwór w przedmiocie obrabianym, taflę powierzchni chłodziwa, na przystawkę z pryzmatami, lustro i dopiero na ekran. Dzięki temu światło przechodzi najpierw przez chłodziwo, gdzie powstają duże straty strumienia świetlnego, a dopiero po tym przez przedmiot obrabiany, wskutek czego straty strumienia świetlnego już uformowanego kształtem krawędzi wydrążonego otworu są bardzo małe, co wydaje się korzystniejsze dla ostrości obrazu.

Pulpit sterowniczy 1-2 wyposażony jest we wskaźniki parametrów hydraulicznych oraz elektrycznych, pokrętła regulacyjne boczników amperomierza, nastawnika automatycznego regulatora natężenia prądu i pojemności oraz amplitudy wibracji mechanicznej, ciśnienia w cylindrze posuwu wrzeciona, jego szybkości posuwu i ciśnienia chłodziwa w komorze pracy. Pulpit wyposażony jest poza tym w pokrętła przełączników elektrycznych: prądu wejściowego, prądu wyjściowego niskiej częstotliwości oraz impulsatora wysokiej częstotliwości jak również wyłącznika głównego, wyłączników przyrządów pomiarowych, lampy projekcyjnej, oświetlenia stołu, napędu obrotowego wrzeciona, pompy hydraulicznej, elektrody roboczej, wibratora, lampek kontrolnych ważniejszych przyrządów oraz napięć międzyfazowych i układu elektronicznego ustalacza bazy wyjściowej do pomiaru odległości od niej do drążonych otworów.

Ustalacz bazy pracuje w ten sposób, że w momencie dotknięcia przez elektrodę ścianki bazy wyjściowej pomiaru, elektroda jako czujka przekazuje impuls prądu do znanego elektronicznego przekaźnika, który włącza sygnał świetlny i dźwiękowy (lampa kontrolna, brzęczyk) oraz ewentualnie elektromagnetyczny zacisk mikrometrycznej śruby pociągowej suportu unieruchamiający ją w momencie osiągnięcia założonego wymiaru. Na pulpicie ste-

rowniczym znajdują się ponadto przełączniki hydrauliczne wlewu i spustu chłodziwa, włączenia ciśnienia do komory, dwukierunkowego posuwu pionowego sań głowicy oraz roboczego i przyspieszonego posuwu wrzeciona. Elektrody otrzymują prąd jednokierunkowy z zasilacza elektronowego zbudowanego na wzór impulsatora stosowanego na przykład w technice radarowej, przy tym najlepsze efekty otrzymuje się gdy prąd ma postać impulsów prostokątnych przy napięciu wyjściowym, np. od około 20 do 250 V i włączonej pojemności, np. od 0,01 do 300 μF zależnie od przekroju i rodzaju obróbki materiału.

Parametry prądu regulowane są automatycznie. Impulsator dostarcza dwa rodzaje prądu: pierwszy, małej częstotliwości np. 500 Hz, 1,5 kW do obróbki zgrubnej i drugi — wysokiej częstotliwości (np. od 100 kHz do 1 MHz, 0,5 kW) do obróbki wykończeniowej.

Część hydrauliczna obrabiarki posiada dwa układy. Jeden olejowy do uruchamiania przesuwów elektrodrażarki, drugi chłodziwa (płynnego dielektryka). Układ hydrauliczny olejowy (fig. 8) składa się ze zbiornika 8-1 (zasobnika oleju), pompy 8-2, filtru 8-3a, regulatorów ciśnienia 8-4, manometrów 8-5, pompki wtryskowej o regulowanej wydajności 8-6, wtryskiwacza jako dozomierza oleju 8-7, przełącznika 8-8 przyspieszonego przesuwu wrzeciona, przełącznika 8-9 przesuwu głowicy, przełącznika 8-10 roboczego przesuwu wrzeciona elektronowego automatycznego regulatora szybkości posuwu wrzeciona 8-11 oraz pneumatycznego wyrównywacza ciśnienia 9-9a. Układ hydrauliczny chłodziwa (dielektryka) (fig. 9) składa się ze zbiornika 9-1 (zasobnika płynu), pompy niskiego ciśnienia 9-2, komory roboczej 4-0, wanienki górnej 4-9, filtra potrójnego działania 9-3 (osadnik i wkładka z bardzo cienkich i gęstych wiónek metalowych znajdująca się w polu magnetycznym) oraz pompy ssącej 9-4, następnie pompy wysokiego ciśnienia 9-5, przełączników 9-6 i 9-7 do tłoczenia i spuszczenia cieczy z wanienki i z komory roboczej oraz do włączania do komory roboczej wysokiego ciśnienia również z przełącznika 9-8 do spuszczenia chłodziwa z wanienki górnej lub odprowadzania jego nadmiaru. Ponadto układ zawiera jeszcze wyrównywacz ciśnienia 9-9b działający na zasadzie poduszki powietrznej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób elektroerozyjnego drażenia otworów, znamienny tym, że wykonuje się wstępny otwór maksymalną mocą prądu o mniejszym przekroju od przekrojużądanego, po czym osiowo z otworem wstępnym draży się powtórnie otwór już o żądanym przekroju i kształcie oraz jednocześnie wtłacza się czysty płynny dielektryk (chłodziwo) pomiędzy elektrodę (narzędzie) i ścianki drażonego otworu w kierunku otworu wstępnego, najlepiej z dołu do góry przy tak dobranym podwyższonym ciśnieniu chłodziwa, ażeby wyładowanie iskrowe na czole elektrody nie było w stanie wypchnąć ze swego toru chłodziwa i aby nie nastąpiła jonizacja ciągła, lecz zgranulowanie wytopków, wskutek czego wytopki porywane są do poprzednio wykonanego otworu wstępnego wypływając nim na zewnątrz do zbiornika (wanienki) 4-9 (fig. 3), dzięki czemu nie przedostają się pomiędzy ściankami elektrody i drażonego otworu, a więc i nie powodują zwarć pomiędzy ściankami oraz szkodliwego ich nadpalania.
2. Elektrodrażarka erozyjna pracująca sposobem według zastrz. 1, znamienna tym, że do zasilania elektrod impulsami jednokierunkowymi, najlepiej prostokątnymi, posiada zasilacz elektronowy wysokiej częstotliwości (np. od 100 kHz do 1 MHz) włączany przy drażeniu otworu już o ostatecznych wymiarach oraz zasilacz częstotliwości niskiej (np. około 500 Hz) do drażenia zgrubnego tj. do drażenia otworu wstępnego.
3. Elektrodrażarka erozyjna według zastrz. 2, znamienna tym, że posiada stół krzyżowo-obrotowy z umocowaną na nim wanienką (4-9) i komorą roboczą ciśnieniową (fig. 4) kształtem podobny do stołu dużego mikroskopu warsztatowego z bardzo dokładnymi przesuwami oraz urządzeniem kontrolnym do sprawdzania dokładności pomiarów za pomocą płytek wzorcowych, wstawianych pomiędzy kowadełko z boku szufladek suportu a czujnik np. mikronowy lub optometr.
4. Elektrodrażarka erozyjna według zastrz. 2 i 3, znamienna tym, że w celu drażenia pod różnymi kątami wyposażona jest w głowicę uniwersalną (fig. 5) umocowaną obrotowo na osi poziomej do sań przesuwnych.

pionowo, posiadającą obrotowo łożyskowe wrzeciono (5-1) osadzone na sprężystych membranach (dla przenoszenia wibracji) i posiada wbudowany silniczek o regulowanych obrotach za pomocą którego wrzeciono jest wprawiane w ruch obrotowy, dzięki czemu wykonuje się nie tylko otwory proste, lecz i łukowe oraz drażarka pracuje w razie potrzeby jako dokładna wiertarka współrzędnościowa.

5. Elektrodrażarka erozyjna według zastrz. 2-4, znamienna tym, że komora robocza (fig. 4), do której jest doprowadzane chłodziwo pod ciśnieniem, odgradzona jest od wanny z chłodziwem (4-9) płytą (4-2) z otworem pośrodku, pod którym mocuje się przedmiot obrabiany oraz posiada mostek (4-5) do mocowania narzędzia w postaci pojedynczej elektrody lub zespołu elektrod, sprzęgnięty mechanicznie i elektrycznie z wrzecionem (5-1), dzięki czemu można drażyć otwory pojedynczo lub wiele otworów jednocześnie.
6. Elektrodrażarka erozyjna według zastrz. 2-5, znamienna tym, że posiada hydrauliczne urządzenie (fig. 8) posuwu głowicy i wrzeciona.

7. Elektrodrażarka erozyjna według zastrz. 2-6, znamienna tym, że wyposażona jest w rzutnik pomiarowy (fig. 7) zbudowany według znanych założeń ideowych, pozwalający na dokonywanie pomiarów bez zdejmowania przedmiotu obrabianego ze stołu, zaopatrzony w ekran (7-5), na którym kontrolowana jest dokładność wymiarów wykonywanych otworów.

8. Elektrodrażarka erozyjna według zastrz. 2-7, znamienna tym, że zaopatrzona jest w elektronowy ustalacz bazy wyjściowej z czujką, którą stanowi elektroda robocza (4-8), do mierzenia odległości od bazy pomiaru do osi drażonych otworów, pracujący w ten sposób, że w momencie dotknięcia przez elektrodę ścianki bazy pomiaru, elektroda (jako czujka) przekazuje impuls prądu do elektronowego przekaźnika, który wskutek tego włączy sygnał świetlny i dźwiękowy względnie elektromagnetyczny zacisk mikrometrycznej śruby pociągowej supertu w momencie ustalenia pomiaru.

Jerzy Piwowarski

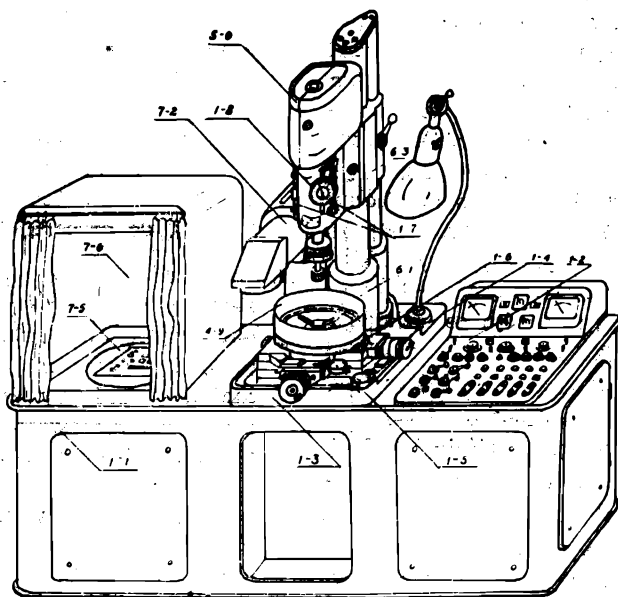


Fig. 1

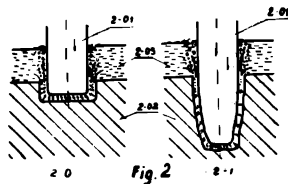


Fig. 2

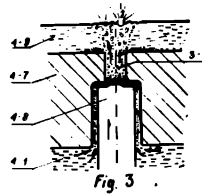


Fig. 3

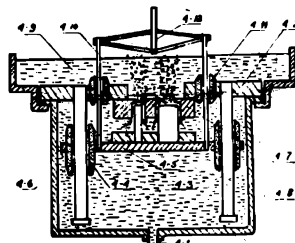


Fig. 4

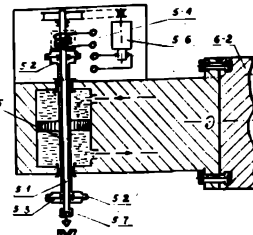


Fig. 5

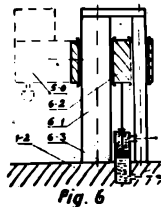


Fig. 6

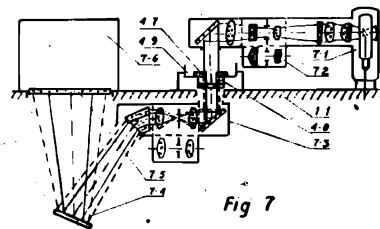


Fig. 7

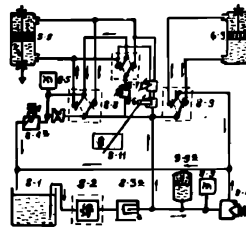


Fig. 8

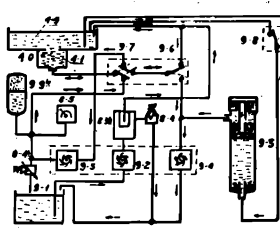


Fig. 9