

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **211138**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **379860**

(51) Int.Cl.
B21J 13/02 (2006.01)
B21J 5/02 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **06.06.2006**

(54) **Sposób plastycznego kształtowania wyrobów metalowych i przyrząd do plastycznego kształtowania wyrobów metalowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
10.12.2007 BUP 25/07

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.04.2012 WUP 04/12

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA WARSZAWSKA,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

FRANCISZEK GROSMAN, Ruda Śląska, PL
**KRZYSZTOF JAN KURZYDŁOWSKI,
Warszawa, PL**

JACEK PAWLICKI, Katowice, PL
LUCJAN TOMECKI, Mysłowice, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Jerzy Woźnicki

PL 211138 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób plastycznego kształtowania wyrobów metalowych i przyrząd do plastycznego kształtowania wyrobów metalowych, mający zastosowanie do kształtowania matrycowego metali i proszków metali.

W procesach kształtowania matrycowego podczas obróbki plastycznej metali następuje zwykle stopniowe spęczanie i formowanie materiału aż do uzyskania gotowego wykroju. Poprzez kucie i spęczanie polepsza się struktura i rozkład naprężeń wewnętrznych materiału a tym samym jego właściwości mechaniczne.

Spęczanie przeprowadza się zwykle w przyrządach przenoszących pionowy nacisk suwaka prasy na materiał poprzez stempel lub matrycę. Zastosowanie rowkowanej powierzchni stempla lub formowanie w matrycy powoduje wzrost sił tarcia na powierzchniach kontaktowych, co zwiększa obwodowe naprężenia rozciągające na powierzchni swobodnej materiału aż do przerwania spójności.

W procesie spęczania siły tarcia materiału o powierzchnię narzędzia utrudniają promieniowe przemieszczanie się cząstek materiału. Materiał na obwodzie przekroju bardziej oddalony od powierzchni kontaktowych porusza się szybciej, a wartość nacisku jednostkowego na narzędzie jest wyższa w części środkowej, a zatem wyższe muszą być całkowite naciski jednostkowe aby uzyskać plastyczność w całej objętości materiału. W celu zmniejszenia nacisków i uzyskania lepszego rozkładu naprężeń wewnętrznych dąży się do zmniejszenia wpływu tarcia za pomocą środków zmniejszających tarcie, ruchów rewersyjnych wokół osi obciążenia przenoszonego przez narzędzia kształtujące, a także za pomocą narzędzi z powierzchniami roboczymi ukształtowanymi w formie stożka, które podczas obróbki obtaczają się po powierzchni materiału.

Z opisu patentowego PL 178830 znane jest urządzenie do odkształcania plastycznego materiałów podczas kucia lub prasowania, wyposażone w matrycę połączoną przez mechanizm dźwigniowy i mimośród z silnikiem napędzający tak, aby spowodować ruch obrotowo-rewersyjny matrycy. W innym wykonaniu urządzenia ruch obrotowo-rewersyjny matrycy realizowany jest przez mechanizm złożony z dźwigni sztywno połączonej z oprawą matrycy i sprzęgniętej przegubowo z siłownikiem hydraulicznym lub pneumatycznym. Zaletą urządzenia jest możliwość plastycznego odkształcania na zimno lub gorąco materiałów małoplastycznych i o dużej wytrzymałości przy znacznie mniejszych siłach nacisku.

Z opisu patentowego PL 168040 znany jest sposób obniżenia siły kucia poprzez nadanie stemplowi przemieszczającemu się posuwicie w kierunku kowadła dodatkowego ruchu obrotowego lub posuwisto-zwrotnego względem materiału umieszczonego na kowadle.

Przedstawione rozwiązania umożliwiają kształtowanie materiału przy zmniejszonym nacisku lub obniżonej sile kucia, jednak nie wpływają znacząco na zmniejszenie braków podczas kształtowania matrycowego, zwłaszcza w matrycach otwartych, powstających na skutek niekorzystnego rozkładu naprężeń obwodowych i promieniowych.

Sposób obróbki plastycznej metali, w którym materiał ściskany osiowo pomiędzy stemplem a matrycą poddaje się rewersyjnemu obciążaniu siłą wywołującą w odkształcanym materiale dodatkowe naprężenia ścinające, według wynalazku polega na tym, że dodatkowe naprężenia ścinające wprowadza się do ściskanego materiału poprzez ruch posuwisto-zwrotny matrycy w płaszczyźnie prostopadłej do osi nacisku stempla na materiał. Korzystnym jest, jeżeli pomiędzy stempel a materiał wprowadza się środki zwiększające tarcie, zwłaszcza poprzez rowkowanie powierzchni roboczej stempla.

Przyrząd do obróbki plastycznej z ruchomą matrycą, zaopatrzony w korpus, stempel zamocowany w górnej części korpusu, oprawę matrycy zamocowaną obrotowo w dolnej części korpusu, napęd oprawy matrycy, oraz mechanizm wymuszający rewersyjny ruch matrycy w płaszczyźnie prostopadłej do osi nacisku stempla, według wynalazku wyróżnia się tym, że oprawę matrycy stanowi pierścieniowy mechanizm mimośrodowy z obejmą ułożyskowaną w pierścieniu mimośrodowym wewnętrznym, przy czym matryca jest podparta w dolnej części korpusu na rolkach tocznych i osadzona w obejmie z luzem w kierunku normalnym do kierunku ruchu rolek tocznych.

Korzystnym jest, jeżeli pierścień mimośrodowy wewnętrzny jest osadzony ślizgowo w pierścieniu mimośrodowym zewnętrznym, zaś wielkość mimośrodów mechanizmu jest regulowana przez względny obrót obu pierścieni, przy czym mechanizm mimośrodowy jest zaopatrzony w pierścień sprzęgający ustalający wzajemne położenie pierścieni mimośrodowych oraz rygiel blokujący obrót mimośrodowego pierścienia wewnętrznego względem obejm.

W korzystnym wykonaniu przyrządu obejma ma prostokątne wycięcie tworzące jarzmo górnej części matrycy. Ponadto stempel jest zaopatrzony w środki zwiększające tarcie powierzchni roboczej, zwłaszcza w postaci rowkowanej powierzchni roboczej stempla.

Inny przyrząd, zaopatrzony w korpus, stempel zamocowany w górnej części korpusu, matrycę zamocowaną w dolnej części korpusu, oraz napęd matrycy wymuszający rewersyjny ruch matrycy w płaszczyźnie prostopadłej do osi nacisku stempla, wyróżnia się tym, że napęd matrycy stanowią dwa siłowniki o naprzemiennym ruchu roboczym, usytuowane współosiowo w płaszczyźnie prostopadłej do osi stempla, przy czym matryca jest zamocowana pomiędzy tłoczyskami siłowników. Korzystnym jest, jeżeli matryca jest podparta przesuwnie w dolnej części korpusu, korzystnie na elementach tocznych, zaś stempel jest zaopatrzony w środki zwiększające tarcie powierzchni roboczej, zwłaszcza w postaci rowkowanej powierzchni roboczej stempla.

W wyniku ruchu posuwisto-zwrotnego matrycy, materiał ściskany pomiędzy stemplem a matrycą jest poddawany rewersyjnemu obciążaniu poprzeczną siłą wywołującą występowanie w odkształcanym materiale dodatkowych naprężeń ścinających, co wpływa na poprawę warunków wypełniania wykrojów matrycy, zmianę struktury i właściwości materiału, a w rezultacie na zmniejszenie ilości, wynikających z lokalnych efektów utraty spójności materiału, braków przy produkcji półfabrykatów. Przyrząd pozwala na regulację wielkości amplitudy i częstości przemieszczeń matrycy w zależności od charakterystyki obrabianego materiału poprzez zmianę mimośrodowość mechanizmu mimośrodowego lub poprzez regulację skoku siłowników wywierających na matrycę nacisk poprzeczny do siły nacisku stempla.

Wynalazek jest objaśniony w przykładach wykonania uwidocznionych na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie przyrząd widoku z boku, fig. 2 przedstawia usytuowanie mechanizmów przyrządu z fig. 1 w widoku z góry, a fig. 3 przedstawia schematycznie inny przyrząd w widoku z boku.

Jak przedstawiono na fig. 1, przyrząd posiada dwuczęściowy korpus, którego część dolną stanowi korpus dolny 1 a część górną stanowi korpus górny 2. W korpusie górnym 2 jest osadzony stempel 3, a w korpusie dolnym 1 jest umieszczona oprawa ruchomej matrycy 4. Matryca 4 jest podparta na listwie ślizgowej 13 i rolkach tocznych 14. Górna część matrycy 4 jest osadzona w obejmie 5 z luzem poprzecznym w płaszczyźnie pionowej prostopadłej do osi rolek tocznych 14. Obejma 5 ma kształt pierścieniowy z wewnętrznym prostokątnym otworem tworzącym jarzmo, w którym jest osadzona przesuwnie górna część matrycy 4. Ścianki jarzma usytuowane równoległe do płaszczyzny pionowej i osi rolek tocznych 14 tworzą prowadnice górnej części matrycy 4. Obejma 5 jest ułożyskowana w tocznym łożysku wewnętrznym 11 osadzonym wewnątrz pierścienia mimośrodowego wewnętrznego 10, który z kolei jest osadzony wewnątrz pierścienia mimośrodowego zewnętrznego 7. Wzajemne położenie obejm 5 i pierścienia mimośrodowego wewnętrznego 10 w kierunku pionowym jest ustalone za pomocą pierścienia podtrzymującego 25. Wzajemne położenie obu pierścieni mimośrodowych jest ustalone za pomocą przymocowanego do nich rozłącznika sprężającego 12. Pierścień mimośrodowy zewnętrzny 7 jest osadzony w łożysku tocznym zewnętrznym 6 spoczywającym na pierścieniu oporowym 9 podpartym w korpusie dolnym 1. Na obwodzie pierścienia mimośrodowego zewnętrznego 7 jest zamocowany wieniec zębata 8 połączony przekładnią zębatą z napędem. Napęd stanowi silnik elektryczny 15. Szczegół A na fig. 1 przedstawia rowkowaną powierzchnię roboczą stempla 3.

Moment napędowy silnika przenoszony jest poprzez pierwsze sprzęgło 27 i wał napędowy 18 ułożyskowany w łożyskach poprzeczno-wzdłużnych 19 na pierwsze koło zębata 16 napędzające wieniec zębata 8 zamocowany na obwodzie pierścienia mimośrodowego zewnętrznego 7. Pierścienie mimośrodowe i obejm 5 tworzą mechanizm mimośrodowy zamieniający ruch obrotowy oprawy na ruch posuwisto-zwrotny matrycy 4. Obrót zestawu pierścieni mimośrodowych, zewnętrznego 7 i wewnętrznego 10 powoduje ruch obejm 5, za pośrednictwem łożyska wewnętrznego 11, wokół głównej osi przyrządu pokrywającej się z osią nacisku suwaka prasy i osią stempla 1. Ruch obejm 5 wymusza ruch posuwisto-zwrotny matrycy 4 przekazywany przez ścianki jarzma tworzące jej prowadnice. Wielkość luzu poprzecznego matrycy 4 w obejmie 5 wyznaczona jest przez maksymalną wielkość mimośrodowości zestawu pierścieni mimośrodowych.

Przyrząd umożliwia płynną regulację wielkości mimośrodowości, a w efekcie amplitudy przemieszczeń w ruchu posuwisto-zwrotnym matrycy 4. W celu umożliwienia dokładnej nastawy wielkości mimośrodowości, przyrząd wyposażony jest w tarczę wskaźnikowo-nastawczą 23 połączoną przekładnią zębatą z pierwszym kołem zębatym 16 poprzez drugie sprzęgło 26.

Nastawa mimośrodowości poprzedzona jest zdjęciem pierścienia sprzęgającego 12, zablokowaniem obrotu pierścienia mimośrodowego wewnętrznego 10 względem obejm 5 przez założenie rygla 24, oraz rozłączeniem pierwszego sprzęgła 27 i załączeniem drugiego sprzęgła 26. Zmiana wielkości mimośrodowości jest realizowana poprzez obrót tarczy wskaźnikowo-nastawczej 23 zamocowanej na wałku 21, na którym osadzone jest drugie koło zębate 20 zazębione z pośrednim kołem zębatym 17. Pośrednie koło zębate 17 przekazuje za pośrednictwem drugiego sprzęgła 26 moment obrotowy na pierwsze koło zębate 16 zazębione z wieńcem zębatym 8. Zablokowanie możliwości obrotu pierścienia mimośrodowego wewnętrznego 10 oraz zdjęcie pierścienia sprzęgającego 12 pozwala na zmianę mimośrodowości wypadkowej zestawu pierścieni mimośrodowych. Następuje to poprzez obrót o określony kąt pierścienia mimośrodowego zewnętrznego 7 względem pierścienia mimośrodowego wewnętrznego 10. Po dokonaniu nastawy wielkości mimośrodowości zakładany jest pierścień sprzęgający 12 i usuwany rygiel 24. Usytuowanie rygla 24 względem innych elementów oprawy oraz przemieszczenie matrycy względem osi głównej jest widoczne na fig. 2, gdzie przesunięcie e oznacza połowę amplitudy przemieszczeń. Po ustaleniu wielkości skoku ruchu posuwisto-zwrotnego oprawy matrycy 4 rozłącza się drugie sprzęgło 26 i łączy pierwsze sprzęgło 27.

Działanie przyrządu jest następujące. Moment obrotowy przekazywany z napędu na wieńiec zębaty 8 jest zamieniany przez mechanizm mimośrodowy na ruch posuwisto-zwrotny matrycy 4. W wyniku tego ruchu, materiał ściskany pomiędzy stemplem a matrycą jest poddawany rewersyjnemu obciążaniu poprzeczną siłą wywołującą występowanie w odkształcanym materiale dodatkowych naprężeń ścinających, co wpływa na poprawę warunków wypełniania wykrojów matrycy, zmianę struktury i właściwości materiału, a w rezultacie na zmniejszenie ilości, wynikających z lokalnych efektów utraty spójności materiału, braków przy produkcji półfabrykatów. Przyrząd pozwala na bezstopniową regulację wielkości amplitudy i częstości przemieszczeń oprawy matrycy, a zastosowany mechanizm mimośrodowy umożliwia duży przyrost obciążenia poprzecznego matrycy przy małej amplitudzie przemieszczeń. Zastosowanie na powierzchni roboczej stempla 3 rowkowania lub innych środków zwiększających tarcie zwiększa efektywność prowadzenia procesu i sprzyja tworzeniu uporządkowanych obszarów struktury dyslokacyjnej w całej objętości materiału.

Inny przyrząd, przedstawiony na fig. 3 posiada dwuczęściowy korpus złożony z korpusu dolnego 1 i korpusu górnego 2. W korpusie górnym 2 jest osadzony stempel 3, a w korpusie dolnym 1 jest umieszczona ruchoma matryca 4 zamocowana pomiędzy tłoczkami siłowników 41, 42, lewego i prawego, o naprzemiennym ruchu roboczym, przenoszących na przemian nacisk poprzeczny siłowników wzdłuż osi prostopadłej do osi stempla 3. Matryca 4 jest podparta w korpusie dolnym 1 za pomocą elementów ślizgowych lub tocznych nie pokazanych na rysunku. Szczegół B na fig. 3 przedstawia rowkowaną powierzchnię roboczą stempla 3.

Działanie przyrządu jest następujące. Naprzemienne działanie siłowników powoduje rewersyjny ruch posuwisto-zwrotny matrycy 4 o amplitudzie przemieszczeń zależnej od długości skoku siłowników. Przesunięcie e oznacza połowę amplitudy przemieszczeń. W wyniku tego ruchu, materiał ściskany pomiędzy stemplem 3 a matrycą 4 jest poddawany rewersyjnemu obciążaniu poprzeczną siłą wywołującą występowanie w odkształcanym materiale dodatkowych naprężeń ścinających, co wpływa na poprawę warunków wypełniania wykrojów matrycy, zmianę struktury i właściwości materiału, a w rezultacie na zmniejszenie ilości, wynikających z lokalnych efektów utraty spójności materiału, braków przy produkcji półfabrykatów. Zastosowanie siłowników o regulowanej długości skoku pozwala na regulację wielkości amplitudy i częstości przemieszczeń matrycy odpowiednio do wrażliwości materiału na prędkość odkształcania i parametrów charakteryzujących strukturę materiału, od których zależy wartość naprężeń uplastyczniających. Zastosowanie środków zwiększających tarcie pomiędzy powierzchnią kontaktową stempla 3 a materiałem zwiększa efektywność prowadzenia procesu i sprzyja tworzeniu uporządkowanych obszarów struktury dyslokacyjnej w całej objętości materiału.

W procesie kucia matrycowego na zimno odkuwek z miedzi, dla prędkości kucia 1 mm/sek., częstotliwości wychyleń 2 Hz i amplitudy wychylenia 2 mm, siła kucia była 2-krotnie mniejsza od siły w warunkach kucia konwencjonalnego, przy czym zostało całkowicie wyeliminowane pękanie materiału, nawet dla gniotu względnego 90%.

Dalsze zwiększenie efektywności prowadzenia procesu można uzyskać przez podwyższenie temperatury materiału a w rezultacie spadek naprężenia uplastyczniającego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób obróbki plastycznej metali, w którym materiał ściskany osiowo pomiędzy stemplem a matrycą poddaje się rewersyjnemu obciążaniu siłą wywołującą w odkształcanym materiale dodatkowe naprężenia ścinające, **znamienny tym**, że naprężenia ścinające wprowadza się do ściskanego materiału poprzez ruch posuwisto-zwrotny matrycy (4) w płaszczyźnie prostopadłej do osi nacisku stempla (3) na materiał.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pomiędzy stempel (3) a materiał wprowadza się środki zwiększające tarcie, zwłaszcza poprzez rowkowanie powierzchni roboczej stempla (3).

3. Przyrząd do obróbki plastycznej z ruchomą matrycą, zaopatrzony w korpus, stempel zamocowany w górnej części korpusu, oprawę matrycy zamocowaną obrotowo w dolnej części korpusu, napęd oprawy matrycy, oraz mechanizm wymuszający rewersyjny ruch matrycy w płaszczyźnie prostopadłej do osi nacisku stempla, **znamienny tym**, że oprawę matrycy (4) stanowi pierścieniowy mechanizm mimośrodowy z obejmą (5) ułożyskowaną w pierścieniu mimośrodowym wewnętrznym (10), przy czym matryca (4) jest podparta w dolnej części korpusu na rolkach tocznych (14) i osadzona w obejmie (5) z luzem w kierunku normalnym do kierunku ruchu rolek tocznych (14).

4. Przyrząd według zastrz. 3, **znamienny tym**, że pierścień mimośrodowy wewnętrzny (10) jest osadzony ślizgowo w pierścieniu mimośrodowym zewnętrznym (7), zaś wielkość mimośrodu mechanizmu jest regulowana przez względny obrót obu pierścieni, przy czym mechanizm mimośrodowy jest zaopatrzony w pierścień sprzęgający (12) ustalający wzajemne położenie pierścieni mimośrodowych oraz rygiel (24) blokujący obrót mimośrodowego pierścienia wewnętrznego (10) względem obejmmy (5).

5. Przyrząd według zastrz. 3, **znamienny tym**, że obejmą (5) ma prostokątne wycięcie tworzące jarzmo górnej części matrycy (4).

6. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stempel (3) jest zaopatrzony w środki zwiększające tarcie powierzchni roboczej, zwłaszcza w postaci rowkowanej powierzchni roboczej stempla (3).

7. Przyrząd do obróbki plastycznej z ruchomą matrycą, zaopatrzony w korpus, stempel zamocowany w górnej części korpusu, matrycę zamocowaną w dolnej części korpusu, oraz napęd matrycy wymuszający rewersyjny ruch matrycy w płaszczyźnie prostopadłej do osi nacisku stempla, **znamienny tym**, że napęd matrycy (4) stanowią dwa siłowniki (41, 42) o naprzemiennym ruchu roboczym, usytuowane współosiowo w płaszczyźnie prostopadłej do osi stempla (3), przy czym matryca (4) jest zamocowana pomiędzy tłoczyskami siłowników (41, 42).

8. Przyrząd według zastrz. 6, **znamienny tym**, że matryca (4) jest podparta przesuwnie w dolnej części korpusu, korzystnie na elementach tocznych.

9. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stempel (3) jest zaopatrzony w środki zwiększające tarcie powierzchni roboczej, zwłaszcza w postaci rowkowanej powierzchni roboczej stempla (3).

Rysunki

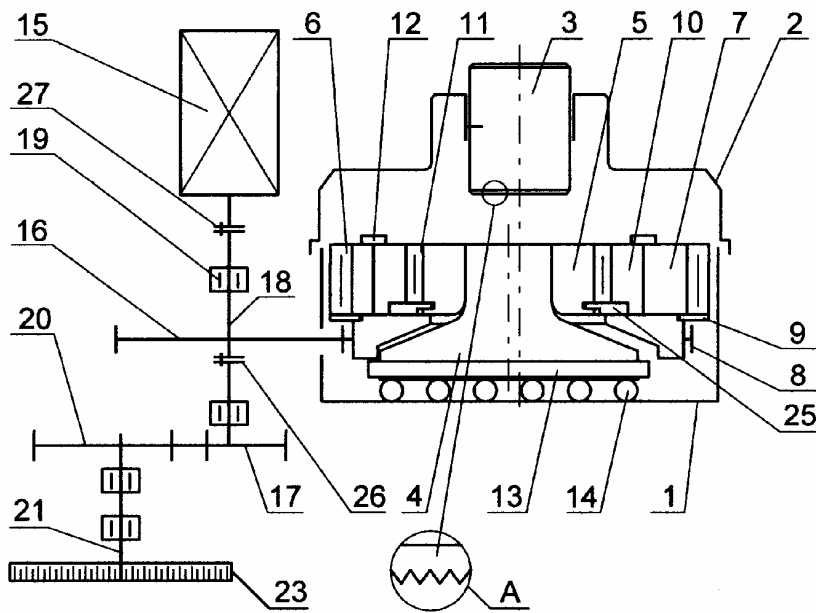


FIG. 1

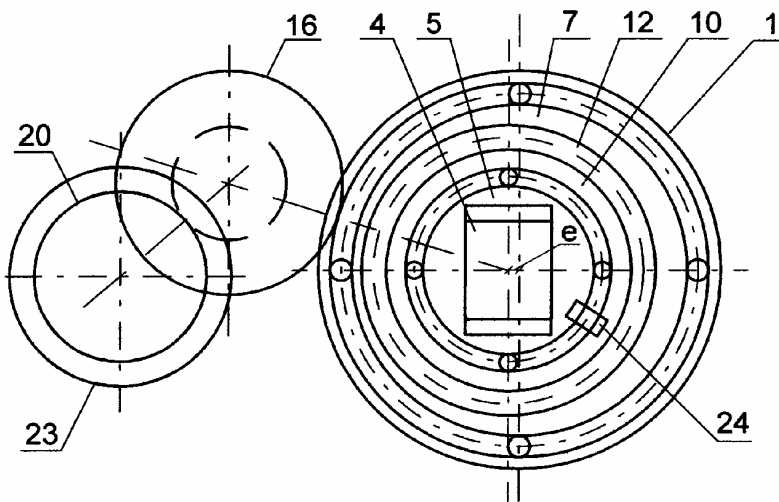


FIG. 2

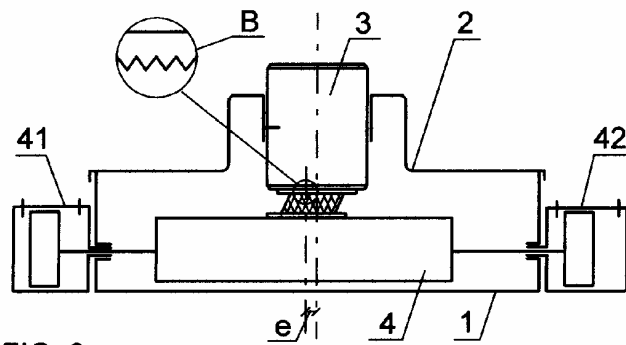


FIG. 3