RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **221561**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **397292**

(22) Data zgłoszenia: **08.12.2011**

(51) Int.Cl.
B21C 1/02 (2006.01)
B21C 47/16 (2006.01)
C21D 9/52 (2006.01)

(54) **Sposób i urządzenie do realizacji procesu ciągnienia cienkich drutów z niskoplastycznych stopów magnezu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
10.06.2013 BUP 12/13

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.04.2016 WUP 04/16

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
ANDRZEJ MILENIN, Kraków, PL
PIOTR KUSTRA, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Józef Gubała

PL 221561 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do realizacji procesu ciągnienia cienkich drutów z niskoplastycznych stopów magnezu.

Znany z radzieckiego zgłoszeniowego opisu patentowego nr SU 1 447 462 sposób przeciągania drutu ze stopu magnezu charakteryzuje się tym, że jako półprodukt użyto pręt o średnicy 3 mm otrzymany uprzednio w procesie prasowania na gorąco z wlewka, zaś przeciąganie pręta realizowano na ciągarce bębnowej, po prasowaniu prowadzono wstępne nagrzewanie pręta w elektrycznym piecu rurowym nagrzanym do temperatury 450–500°C przy jednoczesnym nieprzerwanym przesuwaniu półproduktu w procesie przeciągania z prędkością od 10 do 12 m/min. Natomiast, gdy prędkość przeciągania pręta jest niska a jego średnica jest mała, półprodukt przechodząc przez piec przejmuje jego temperaturę. Bezpośrednio za piecem półprodukt wprowadzany jest w oczko ciągadła nagrzanego do temperatury w granicach od 370–420°C, przy czym ten proces przeciągania powtarza się wielokrotnie, podczas gdy przed wprowadzeniem półproduktu do pieca nanosi się na jego powierzchnię smar grafitowo-koloidowy.

Niedogodnością tego sposobu jest to, że w przypadku podniesienia się temperatury nagrzewania powyżej 500°C następuje zapalenie się półproduktu. Dodatkową niedogodnością tego rozwiązania jest to, że przy wysokiej temperaturze nagrzewania następuje oderwanie drutu z powstawaniem szyjki. Natomiast obniżenie temperatury nagrzewania poniżej 450°C powoduje efekt oderwania się przedniego końca półproduktu, na skutek tego, że proces odnowienia plastyczności materiału po zgniocie przeciąganego pręta nie zachodzi w tej temperaturze. Wady te powodują, że opisane rozwiązanie nie pozwala wytwarzać drutów o małych średnicach.

Inny sposób wytwarzania drutu magnezowego znany z angielskiego opisu patentowego nr GB 425 316 charakteryzującego się tym, że najpierw prowadzi się proces ciągnienia magnezu lub stopu magnezu znanym sposobem do średnicy drutu około 0,3 mm, a następnie prowadzi się ciągnienie tego drutu do średnicy, co najmniej 0,2 mm z zastosowaniem obróbki cieplnej, korzystnie bez dostępu powietrza, co najmniej po każdym zmniejszeniu średnicy tego drutu o 20%.

Znany jest też sposób ciągnienia i obróbki cieplnej drutu magnezowego z amerykańskiego opisu patentowego nr US 2 750 311, polegający na tym, że proces ciągnienia drutu magnezowego odbywa się w serii kolejnych etapów zmniejszania przekroju poprzecznego, i składa się z nagrzewania drutu do temperatury miedzy 325 a 500°F i utrzymania tego drutu w tej temperaturze podczas początkowych etapów zmniejszania przekroju poprzecznego, a następnie podgrzewania otrzymanego drutu do niższej temperatury od 275 do 100°F i wytrzymania drutu w tej temperaturze, co najmniej w czasie przeprowadzania ostatniego etapu zmniejszania przekroju poprzecznego, a każde z tych nagrzewań trwa krócej, niż czas wymagany do wystąpienia rekrystalizacji metalu w temperaturze nagrzewania, co pozwala uniknąć wyżarzania metalu. Natomiast inna odmiana sposobu obróbki cieplnej, znana z tego samego opisu patentowego, ma na celu zwiększenie ciągliwości magnezu w procesie ciągnienia drutu w serii kolejnych etapów zmniejszania przekroju poprzecznego, który składa się z nagrzewania drutu do temperatury między 325 a 500°F i wytrzymania drutu w tej temperaturze, co najmniej do czasu doprowadzenia do zmniejszenia przekroju poprzecznego o 30% przez okres piętnastu minut od momentu uzyskania tej temperatury przez drut, a stopień zmniejszania rośnie od 5% do 20% na każdym etapie zmniejszania przekroju poprzecznego, następnie następuje podgrzewanie otrzymanego drutu do temperatury około 200°F i wytrzymania drutu w tej temperaturze, co najmniej do czasu przeprowadzenia całego procesu zmniejszenia przekroju poprzecznego.

Znany jest jeszcze inny sposób ciągnienia drutu ze stopu magnezu z kanadyjskiego opisu patentowego nr CN 1 554 495, w którym stop magnezu jest najpierw tłoczony wypływowo do uzyskania cienkiego drutu o średnicy powyżej 2 mm, a następnie ciągniony jest za pomocą zestawu ciągadeł o różnych średnicach, przy czym podczas ciągnienia drutu ciągadło jest nagrzewane do temperatury od 150 do 500°C, a ciepło jest przenoszone przez drut, aby zwiększyć jego plastyczność. Zestaw ciągadeł i grzejnik ustawione są na podporze. Cienki drut przeciągany jest przez zestaw ciągadeł i grzejnik na podporze, dostarczając przeznaczony do ciągnienia drut do bębna zwijarki.

Znany ze zgłoszeniowego europejskiego opisu patentowego nr EP 2 225 054 sposób ciągnienia cienkiego drutu z biozgodnych stopów magnezu polega na wielostopniowym ciągnieniu w podgrzewanych ciągadłach drutu o średnicach 0,5 mm lub niniejszych z zastosowaniem wyżarzania międzyoperacyjnego.

W przypadku ciągnienia cienkich drutów o średnicy rzędu 0,1 mm i mniejszych, podstawową wadą znanych i opisanych rozwiązań jest konieczność stosowania procesu wyżarzania ciągnionego drutu w trakcie realizacji wieloetapowego procesu ciągnienia. Dodatkową wadą dotychczasowych rozwiązań jest zjawisko utleniania powierzchni drutu, co jest niekorzystne w przypadku zastosowania tych otrzymanych drutów w medycynie, ponieważ rozwiązania te nie dają możliwości sterowania parametrami strefy grzejnej i chłodzeniem drutu po wyjściu z kotliny odkształcenia.

Zagadnieniem technicznym wymagającym rozwiązania jest opracowanie nowego sposobu i nowego urządzenia do realizacji procesu ciągnienia cienkich drutów o średnicy poniżej 0,1 mm z niskoplastycznych stopów magnezu, które umożliwią prowadzenie wieloetapowego procesu ciągnienia cienkiego drutu bez wyżarzania międzyoperacyjnego i bez utleniania powierzchni drutu. Dodatkowym celem wynalazku jest prowadzenie procesu ciągnienia w taki sposób, aby materiał nie ulegał zerwaniu w czasie wieloetapowego prowadzonego procesu.

Zagadnienie to zostało według wynalazku rozwiązane w ten sposób, że wstępnie ogrzany w temperaturze odkształcenia 270–340°C drut znajdujący się w strefie nagrzewania „d”, o regulowanej długości, gdzie w tej strefie „d” poddawany jest wstępnemu nagrzewaniu, a równocześnie jest przesuwany z prędkością 5–50 mm/s w kierunku podgrzewanego ciągadła nagrzanego do temperatury 300–350 °C, przy czym podczas przebywania drutu w tej strefie „d” następuje rekrystalizacja materiału drutu, po czym drut nadal poddaje się zabiegowi ciągnienia z prędkością od 5–50 mm/s i odkształceniu w podgrzewanym ciągadle z wydłużeniem w zakresie 1.17–1.27 w temperaturze 250–380°C, a następnie po przejściu drutu przez ciągadło, drut przesuwany jest do tulejowego uchwytu, gdzie jest poddawany wymuszonemu chłodzeniu za pomocą sprężonego powietrza albo gazu obojętnego i wyprowadzony w tym etapie procesu ciągnienia – odkształcony drut nawijany jest na nieuwidocznioną szpulę nawijarki, podczas gdy proces ciągnienia realizowany jest bez utleniania powierzchniowego ciągnionego drutu.

Istota urządzenia do realizacji procesu ciągnienia cienkich drutów z niskoplastycznych materiałów według wynalazku charakteryzuje się tym, że we wnętrzu obudowy pieca znajduje się, osadzona osiowo, główna profilowana tuleja, która jest zakończona tulejowym uchwytem, między którymi jest osadzona izolująca uszczelka o kształcie pierścieniowym, podczas gdy profilowana główna tuleja jest zaopatrzona w wewnętrzny kołnierz, na którym jest wsparta wewnętrzna tuleja za pomocą kołnierza skierowanego ku środkowi pieca, zaś z drugiej strony wewnętrzna tuleja ma kołnierz skierowany na zewnątrz i tym, że w walcowym wnętrzu tulei jest umieszczony walcowy suwak, natomiast tulejowy uchwyt jest wyposażony, w co najmniej jeden otwór o dowolnym kształcie, korzystnie o kształcie prostokątnym, podczas gdy kołnierz wewnętrznej tulei jest wsparty o wewnętrzną powierzchnię dna, a na profilowanej tulei głównej jest osadzony opasujący rurowy element grzejny, zaś suwak ma środkowy podłużny otwór, przy czym strefa grzewcza „d” jest zawarta między wewnętrznym kołnierzem tulei a najdalej wysuniętym suwakiem z tulei wewnętrznej, dzięki czemu strefa grzewcza „d” regulowana jest w zależności od średnicy drutu, temperatury ciągadła i głównej tulei, w celu osiągnięcia rekrystalizacji stopu magnezu w procesie ciągnienia.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia na realizację wieloetapowego procesu ciągnienia cienkich drutów o średnicach rzędu 0,1 mm i mniejszych z trudno odkształcalnych stopów magnezu bez wyżarzania między operacjami ciągnienia, a w trakcie realizacji procesu ciągnienia drut nie ulega utlenianiu powierzchniowemu, co zabezpiecza wymuszone chłodzenie drutu na wyjściu z kotliny odkształcenia oraz optymalny dobór długości strefy grzejnej za pomocą przesuwania suwaka. Dodatkową zaletą sposobu i urządzenia według wynalazku jest to, że ciągniony drut w trakcie realizacji procesu ciągnienia ulega rekrystalizacji, która umożliwia prowadzenie wieloetapowego procesu ciągnienia bez niekorzystnych efektów zrywania w trakcie realizacji procesu ciągnienia.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na podstawie przykładowego urządzenia uwidocznionego na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie w widoku perspektywicznym z boku, fig. 2 przedstawia urządzenie w półprzekroju wzdłużnym i półwidoku perspektywicznym, fig. 3 – urządzenie w przekroju osiowym, fig. 4 przedstawia główną tuleję w półwidoku i w półprzekroju osiowym, a fig. 5 przedstawia wewnętrzną tuleję w półwidoku i w półprzekroju podłużnym.

Przedstawione na rysunku urządzenie według wynalazku składa się z obudowy pieca 1 wyposażonego w obustronne denka 2 i 3. We wnętrzu dobudowy pieca 1 jest osadzona osiowo główna profilowana tuleja 4, która zawiera walcowy kołnierz 5. Na kołnierzu 5 osadzony jest rozłącznie tulejowy uchwyt 6 za pomocą śrub 7, przy czym tulejowy uchwyt 6 jest wyposażony, w co najmniej jeden otwór 8 o dowolnym kształcie, korzystnie o kształcie prostokątnym, który służy do wymuszonego

przepływu chłodzącego powietrza lub obojętnego gazu, skierowanego na ciągniony drut 9 po każdym etapie procesu ciągnienia. Od strony czołowej tulejowy uchwyt 6 posiada walcowy pierścień 10, który jest umieszczony w gnieździe 11 statywu 12. Pierścień 10 jest zabezpieczony przed wysunięciem z gniazda 11 za pomocą śruby 13. Profilowana tuleja główna 4 zaopatrzona jest dodatkowo w wewnętrzny kołnierz 14, na którym wspiera się wewnętrzna tuleja 15 za pomocą kołnierza 16 skierowanego ku środkowi pieca 1, a z drugiej strony wewnętrzna tuleja 15 posiada kołnierz 17 skierowany na zewnątrz, który jest wsparty o wewnętrzną powierzchnię 18 dna 2. Na profilowanej tulei głównej 4 jest osadzony rurowy element grzejny 19 opasujący główną profilowaną tuleję 4. Natomiast w środku wewnętrznej tulei 15 znajduje się podgrzewane ciągadło 20, które jest wsparte o kołnierz 16, przy czym ciągadło 20 jest nagrzewane od rurowego elementu grzejnego 19 poprzez tuleję główną 4 oraz poprzez wewnętrzną tuleję 15. W walcowym wnętrzu tulei 15 jest umieszczony walcowy suwak 21, służący do regulacji długości strefy grzewczej „d", przy czym suwak 21 ma środkowy podłużny otwór 22, przez który przemieszcza się ciągniony drut 9, który jest poddawany nagrzaniu w strefie „d" do temperatury odkształcenia. Podczas, gdy za tuleją główną 4 od strony tulejowego uchwytu 6 znajduje się izolująca uszczelka 23 o kształcie pierścieniowym. Pomiar wysokości temperatury rurowego elementu grzejnego 19 prowadzi się za pomocą termopary 24 umieszczonej w pobliżu ciągadła 20, zaś wnętrze 25 obudowy pieca 1 jest wypełnione izolacyjną watą 26. Na końcu strefy grzewczej „d" znajduje się ciągadło 20, w którym następuje odkształcenie drutu 9, a następnie po przejściu drutu przez ciągadło 20 następuje wymuszone chłodzenie powietrzem lub obojętnym gazem drutu 9 w tulejowym uchwycie 6, natomiast odkształcony drut 9 kierowany jest do nieuwidocznionej szpuli nawijarki drutu.

Przedmiot wynalazku jest dokładniej przedstawiony w poniższym przykładzie realizacji sposobu.

P r z y k ł a d 1

Sposób wytwarzania drutu 9 o średnicy 0,1 mm ze stopu magnezu MgCa0.8 polega na wieloetapowym prowadzeniu procesu ciągnienia stopu MgCa0.8 o składzie Mg 99,2% oraz Ca 0.8% ze średnicy początkowej 1,0 mm do średnicy końcowej 0,1 mm prowadzi się w temperaturze ciągadła 20 wynoszącej 320°C przy prędkości ciągnienia 7 mm/s bez stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego z wydłużeniem 1.2 w dwudziestu pięciu ciągach, przy czym długość strefy wstępnego nagrzewania „d" wynosi 130 mm, natomiast jako medium chłodzące użyto powietrza.

Proces prowadzono wieloetapowo według niżej wymienionego schematu ciągnienia: 0,913 – 0,833 – 0,761 – 0,694 – 0,634 – 0,579 – 0,528 – 0,482 – 0,44 – 0,402 – 0,367 – 0,335 – 0,306 – 0,279 – 0,255 – 0,233 – 0,212 – 0,194 – 0,177 – 0,162 – 0,147 – 0,135 – 0,123 – 0,112 – 0,1 mm, natomiast badania metalograficzne, wykonane dla tak otrzymanego drutu wykazują rekrystalizacje materiału drutu.

P r z y k ł a d 2

Sposób wytwarzania drutu 9 o średnicy 0,1 mm ze stopu magnezu Ax30 polega na wieloetapowym prowadzeniu procesu ciągnienia stopu Ax30 o składzie Mg 96,2%, Ca 0.8% oraz Al 3% ze średnicy początkowej 1,0 mm do średnicy końcowej 0,1 mm prowadzi się w temperaturze ciągadła 20 wynoszącej 320°C przy prędkości ciągnienia 15 mm/s bez stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego z wydłużeniem 1.2 w dwudziestu pięciu ciągach, przy czym długość strefy wstępnego nagrzewania „d" wynosi 150 mm, natomiast jako medium chłodzące użyto powietrza.

Proces prowadzono wieloetapowo według niżej wymienionego schematu ciągnienia: 0,913 – 0,833 – 0,761 – 0,694 – 0,634 – 0,579 – 0,528 – 0,482 – 0,44 – 0,402 – 0,367 – 0,335 – 0,306 – 0,279 – 0,255 – 0,233 – 0,212 – 0,194 – 0,177 – 0,162 – 0,147 – 0,135 – 0,123 – 0,112 – 0,1 mm, natomiast badania metalograficzne, wykonane dla otrzymanego drutu wykazują rekrystalizacje materiału drutu.

Wykaz oznaczeń części konstrukcyjnych

1 obudowa pieca
2 denko
3 denko
4 główna profilowana tuleja
5 kołnierz walcowy
6 uchwyt tulejowy
7 śruby
8 otwór w tulejowym uchwycie
9 drut ciągniony
10 pierścień walcowy
11 gniazdo
12 statyw
13 śruba
14 kołnierz wewnętrzny
15 tuleja wewnętrzna
16 kołnierz
17 kołnierz
18 powierzchnia dna 2
19 element grzejny
20 ciągadło podgrzewane
21 suwak walcowy
22 otwór podłużny
23 uszczelka izolująca
24 termopara
25 wnętrze obudowy pieca 1
26 wata izolacyjna
„d” strefa grzewcza

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób ciągnienia cienkich drutów z niskoplastycznych stopów magnezu prowadzony w podgrzewanym ciągadle, **znamienny tym**, że wstępnie ogrzany w temperaturze odkształcenia 270–340°C drut (9) znajdujący się w zmiennej strefie nagrzewania „d”, o regulowanej długości, gdzie w tej strefie „d” poddawany jest wstępnemu nagrzewaniu, a równocześnie jest przesuwany z prędkością 5–50 mm/s w kierunku podgrzewanego ciągadła (20) nagrzanego do temperatury 300–350°C, przy czym podczas przebywania drutu (9) w tej strefie „d” następuje rekrystalizacja materiału drutu (9), po czym drut (9) nadal poddaje się zabiegowi ciągnienia z prędkością od 5–50 mm/s i odkształceniu w podgrzewanym ciągadle (20) z wydłużeniem w zakresie 1.17 do 1.27 w temperaturze 250–380°C, a następnie po przejściu drutu (9) przez ciągadło (20), drut (9) przesuwny jest do tulejowego uchwytu (6), gdzie jest poddawany wymuszonemu chłodzeniu za pomocą sprężonego powietrza lub gazu obojętnego i wyprowadzony w tym etapie procesu ciągnienia odkształcony drut (9) nawijany jest na nieuwidocznioną szpulę nawijarki.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że proces ciągnienia prowadzony jest z wyłączeniem utleniania powierzchniowego ciągnionego drutu (9).

3. Urządzenie do realizacji procesu ciągnienia cienkich drutów z niskoplastycznych stopów magnezu, wyposażone w podgrzewane ciągadło oraz statyw, na którym wsparta jest obudowa pieca zaopatrzonego w obustronne denka, **znamienne tym**, że we wnętrzu obudowy pieca (1) znajduje się, osadzona osiowo, główna profilowana tuleja (4), która jest zakończona tulejowym uchwytem (6), miedzy którymi, jest osadzona izolująca uszczelka (23) o kształcie pierścieniowym, podczas gdy profilowana główna tuleja (4) jest zaopatrzona w wewnętrzny kołnierz (14), na którym jest wsparta wewnętrzna tuleja (15) za pomocą kołnierza (16) skierowanego ku środkowi pieca (1), zaś z drugiej strony wewnętrzna tuleja (15) ma kołnierz (17) skierowany na zewnątrz i tym, że w walcowym wnętrzu tulei (15) jest umieszczony walcowy suwak (21).

4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że tulejowy uchwyt (6) jest wyposażony, w co najmniej jeden otwór (8) o dowolnym kształcie, korzystnie o kształcie prostokątnym.

5. Urządzenie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że kołnierz (17) wewnętrznej tulei (15) jest wsparty o wewnętrzną powierzchnię (18) dna (2).

6. Urządzenie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że na profilowanej tulei głównej (4) jest osadzony opasujący rurowy element grzejny (19).

7. Urządzenie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że suwak (21) ma środkowy podłużny otwór (22).

8. Urządzenie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że strefa grzewcza „d" jest zawarta między wewnętrznym kołnierzem (16) tulei (15), a najdalej wysuniętym suwakiem (21) z tulei wewnętrznej (15), dzięki czemu strefa grzewcza „d" regulowana jest w zależności od średnicy drutu, temperatury ciągadła (20) i głównej tulei (4) w celu osiągnięcia rekrystalizacji stopu magnezu w procesie ciągnienia.

Rysunki

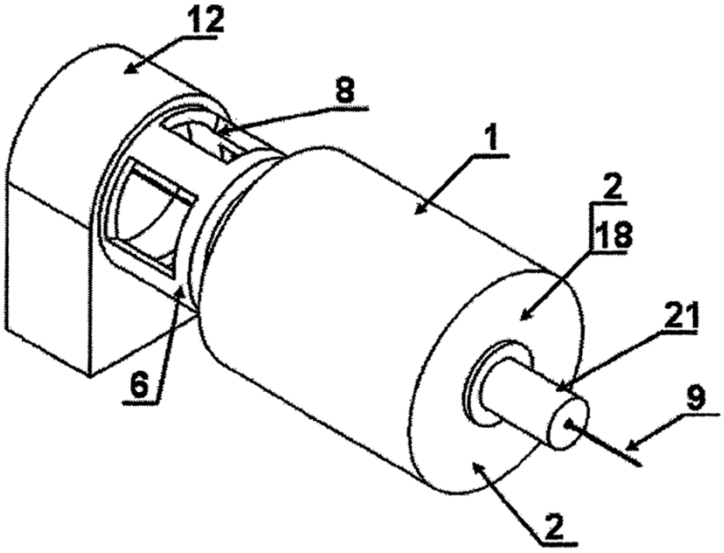

Fig. 1

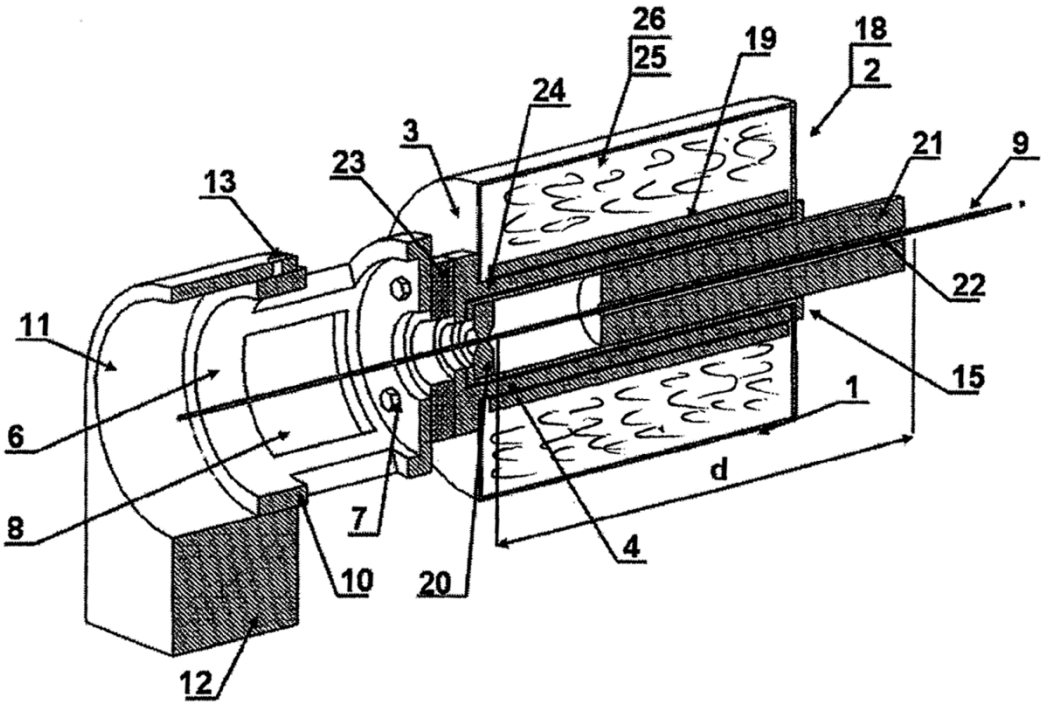

Fig. 2

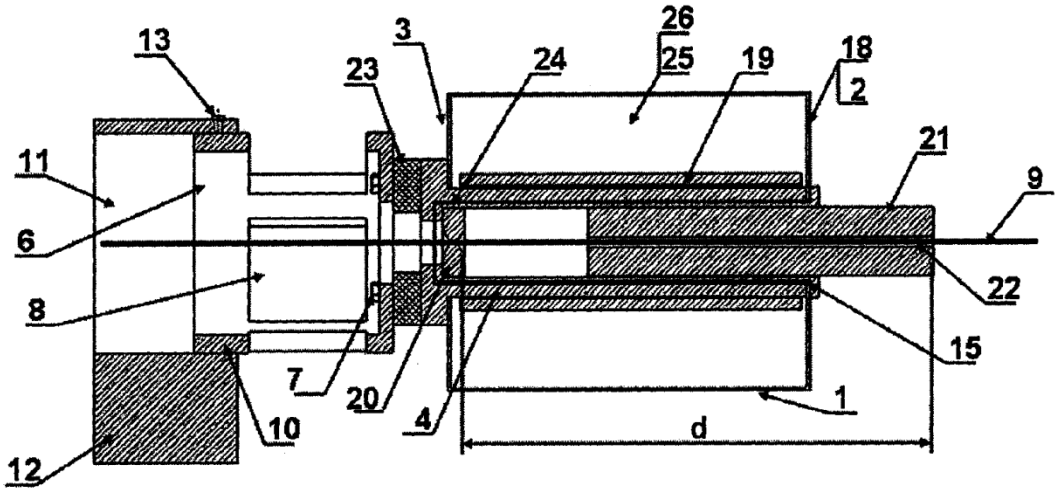

Fig. 3

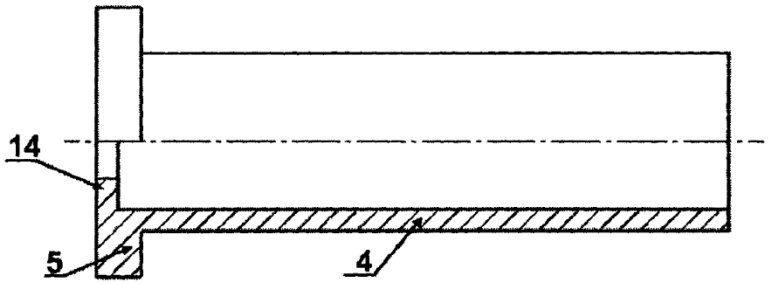

Fig. 4

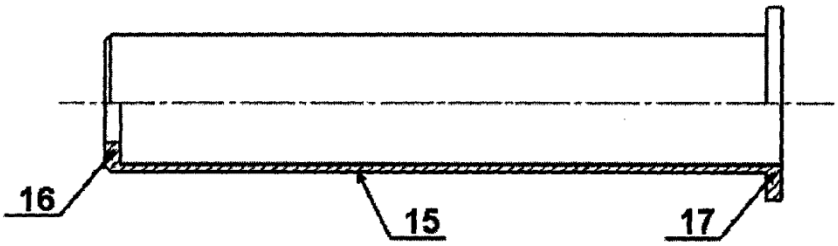

Fig. 5

Departament Wydawnictw UPRP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)