

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 245547 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **441174**

(22) Data zgłoszenia: **2022.05.13**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.11.20 BUP 47/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.08.26 WUP 35/2024**

(51)

MKP:

B21C 37/15 (2006.01)

B21D 5/12 (2006.01)

B21D 17/04 (2006.01)

- | |
|---|
| (73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA RZESZOWSKA IM. IGNACEGO
ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL |
| (72) Twórca(-y) wynalazku:
STANISŁAW KUT, Rzeszów, PL |
| (74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Ilona Szuba, Rzeszów, PL |

(54) Tytuł:

Narzędzie do formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych

PL 245547 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest narzędzie do formowania rur kwadratowych z rur okrągłych o różnej długości, zwłaszcza cienkościennych.

Z opisu patentowego KR10138115B1 znana jest rura o przekroju kwadratowym i zaokrąglonych narożach, których promień krzywizny wynosi od 8 do 20.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku JPH03285713A znany jest sposób wytwarzania rury o przekroju kwadratowym, w którym rurę o przekroju okrągłym umieszcza się pomiędzy dwoma matrycami z wnękami o kształtach kątów prostych i tymi matrycami działa się na rurę. Następnie tę rurę obraca się o 90° i ponownie matrycami działa się na rurę. Czynność powtarza się. Ostateczny kształt rury uzyskuje się na prasie.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku JP2007044761A znany jest sposób wytwarzania rury o przekroju kwadratowym, w którym rurę o przekroju okrągłym umieszcza się pomiędzy matrycą jednownękową górną i matrycą jednownękową dolną, przy czym wnęki matryc są V-kształtne i poprzez działanie tych matryc na rurę o przekroju okrągłym, kształtowana jest rura o przekroju kwadratowym.

Znane obecnie rury o przekroju kwadratowym są wytwarzane zwłaszcza poprzez gięcie na walcach z wykorzystaniem profilarek do rur lub poprzez gięcie przez przeciąganie. W tych znanych sposobach wsad dostarczany jest najczęściej w postaci pasów blachy rozwijanych z kręgów. Te znane sposoby wykorzystywane są do wytwarzania rur ze szwem, w szczególności zgrzewanych lub spawanych. Innym znanym ze stosowania sposobem wytwarzania rur o przekroju kwadratowym jest profilowanie na walcach, który został przedstawiony schematycznie na pos. I–IV. W tym znanym sposobie wykorzystywany jest wsad do profilowania, który stanowi rura o przekroju okrągłym o odpowiednio dobranej średnicy zewnętrznej i grubości ścianki. Ten znany sposób umożliwia profilowanie rur zarówno ze szwem jak i bez szwu. Na pos. V pokazano profil rury o przekroju okrągłym przed profilowaniem i rury o przekroju kwadratowym wytworzonej z tej rury o przekroju okrągłym. Do prowadzenia sposobu profilowania na walcach wykorzystywane są profilarki wielowalcowe, na których prowadzi się stopniową zmianę kształtu profilu formowanego w kolejnych kłatkach walcowniczych w wyniku zmniejszania odległości pomiędzy osiami walców. Możliwe jest profilowanie z wykorzystaniem walcarki z jedną kłatką walcowniczą, wówczas rura profilowana jest w kilku przejściach, przy czym po każdym przejściu zmniejszana jest odległość pomiędzy osiami walców, aż do uzyskania pożądanego kształtu profilu rury. Znane walce do profilowania mają profil roboczy w kształcie rowka V-kształtnego o prostoliniowym zarysie i kącie wierzchołkowym wynoszącym 90° .

Znane ze stosowania sposoby profilowania rur na walcach mają duże ograniczenia i nie zawsze mogą być stosowane. Skuteczność tych znanych sposobów zależy od geometrii profilu, zwłaszcza od współczynnika cienkościenności t/a , gdzie: t – grubość ścianki rury, a – wysokość rury oraz od ilorazu R/t , gdzie: R – promień zaokrąglenia naroży rury. Znane dotychczas sposoby profilowania rur na walcach prowadzone są poprawnie tylko, jeśli współczynnik cienkościenności t/a wynosi co najmniej 0,16, zaś iloraz R/t jest równy 2. Zwiększając wartość ilorazu R/t prawidłowy wyrób może zostać uzyskany przy zastosowaniu nieznacznie mniejszych wartości współczynnika cienkościenności. Jednak przy mniejszych wartościach współczynnika cienkościenności, poszczególne ścianki rury tracą stateczność i następuje ich wygięcie do wewnątrz co zostało pokazane na pos. VI.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku P.436436 znane jest narzędzie do profilowania rur, zwłaszcza cienkościennych mające postać dwóch walców kształtujących z profilem roboczym V-kształtnym, który na każdej jego powierzchni ma dwa wybrania z których każde utworzone jest od naroża tego profilu roboczego do jego środkowej części pod kątem ostrym o wielkości od 3° do 6° . To znane narzędzie umożliwia jednak wyeliminowanie przegięcia ścianek rury do wewnątrz i uzyskanie płaskich ścianek w zakresie współczynnika cienkościenności jedynie od 0,02 do 0,16.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego narzędzia do formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych, które będzie miało zastosowanie w przypadku wytwarzania rur, w których współczynnik cienkościenności jest mniejszy niż 0,02.

Narzędzie do formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych mające postać dwóch walców kształtujących z profilem roboczym V-kształtnym, według wynalazku charakteryzuje się tym, że profil roboczy na każdej jego powierzchni ma wybranie które utworzone jest od jednego naroża tego profilu roboczego do jego drugiego naroża, przy czym to wybranie ma kształt wycinka koła o promieniu o wielkości od 2,8 do 4,8 razy większej od wysokości kształtowanej rury.

Korzystnie wybranie ma kształt wycinka koła o promieniu o wielkości 3,6 razy większej od wysokości kształtowanej rury, a ponadto powierzchnia walcowa walców kształtujących jest pogłębiona o wartość równą połowie wielkości wprost proporcjonalnej do iloczynu różnicy promienia wybrania narzędzia i połowy pierwiastka z różnicy czterokrotności kwadratu tego promienia wybrania i kwadratu wysokości rury oraz współczynnika zależnego od stosunku grubości ścianki rury do jej wysokości, zależnego od stosunku promienia zaokrąglenia naroży rury do grubości jej ścianki oraz zależnego od stosunku promienia wybrania do wysokości rury, przy czym powierzchnia walcowa walców kształtujących jest przetoczona albo jest przeszlifowana.

Nowe narzędzie do formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych z określonym promieniem wybrania na powierzchni roboczej narzędzia do kształtowania wstępnego pozwala na eliminację niekorzystnego zjawiska przeginania się ścianek rury do wewnątrz oraz uzyskania prawidłowego wyrobu przy współczynniku cienkościenności t/a od 0,008 do 0,16. Pozwala ono na profilowanie metalowych rur mających zastosowanie zwłaszcza w budowie przewodów wentylacyjnych lub spalinowych, które często są wykonywane z rur kwadratowych a nie mogły być profilowane sposobem kształtowania rur z kształtowaniem wstępnym, który to sposób był znany dotychczas ze stanu techniki. Nowe narzędzie do profilowania rur złożone jest z dwóch walców kształtujących: walca kształtującego górnego i walca kształtującego dolnego, których profile kształtujące są takie same, przez co te walce kształtujące mogą być stosowane zamiennie. Podczas prowadzenia profilowania rur na profilarkach wielowalcowych jednocześnie może być wykorzystanych kilka narzędzi według wynalazku w poszczególnych kłatkach walcowniczych.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym pos. I–IV przedstawia znany sposób wytwarzania rur o przekroju kwadratowym w widoku schematycznym, pos. V – profil rury o przekroju okrągłym i profil rury o przekroju kwadratowym wytworzonej z tej rury o przekroju okrągłym, pos. VI – rurę o przekroju kwadratowym ze ścianami wygiętymi do wewnątrz, fig. 1 – walce kształtujące narzędzia do formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych w przekroju poprzecznym, fig. 2 – profil wyjściowy umieszczony pomiędzy walcami kształtującymi w przekroju poprzecznym, fig. 3 – formowanie profilu wstępnego pomiędzy walcami kształtującymi w przekroju poprzecznym, fig. 4 – ostatni etap formowania profilu wstępnego pomiędzy walcami kształtującymi w przekroju poprzecznym, fig. 5 – formowanie rury pomiędzy walcami w przekroju poprzecznym, natomiast fig. 6 – wykres zależności współczynnika ψ od współczynnika cienkościenności t/a .

Narzędzie do formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych, według wynalazku, w pierwszym przykładzie wykonania, ma postać dwóch walców kształtujących 1, 2: walca kształtującego górnego 1 oraz walca kształtującego dolnego 2. Każdy z tych walców kształtujących 1, 2 ma profil roboczy 3 V-kształtny, który na każdej z jego powierzchni ma wybranie 4, z których każde utworzone jest od jednego naroża tego profilu roboczego 3 do jego drugiego naroża, przy czym to wybranie ma kształt wycinka koła o promieniu r mającym wielkość od 2,8 do 4,8 razy większą niż wysokość a kształtowanej rury.

Sposób formowania rur kwadratowych, tym nowym narzędziem do formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych prowadzi się tak, że w celu wykonania rury o przekroju kwadratowym o wysokości a 50 mm, grubości ścianek t 4 mm, zaokrągleniu naroży o promieniu R 12 mm profil wyjściowy 5 umieszcza się pomiędzy walcem kształtującym górnym 1 a walcem kształtującym dolnym 2 i poprzez działanie tych walców kształtujących 1, 2 na profil wyjściowy 5 formuje się profil wstępny 6. Po wyjęciu profilu wstępnego 6 z narzędzia z walcami kształtującymi 1, 2 umieszcza się go pomiędzy walcem górnym 7 a walcem dolnym 8, z których każdy ma profil roboczy 9 V-kształtny i formuje się rurę o przekroju kwadratowym.

Narzędzie do formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych, według wynalazku, w drugim przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie pierwszym z tym, że promień r wybrania 4 jest 4,8 razy większy niż wysokość a kształtowanej rury, zaś powierzchnia walcowa o średnicy ϕD każdego walca kształtującego 1, 2 jest pogłębiona, przez jej przeszlifowanie, o połowę wielkości wprost proporcjonalnej do iloczynu różnicy promienia r wybrania 4 połowy pierwiastka z różnicy czterokrotności kwadratu promienia r wybrania 4 i kwadratu wysokości rury oraz współczynnika ψ zależnego od stosunku grubości t ścianki rury do jej wysokości a , zależnego od stosunku promienia R zaokrąglenia naroży rury do grubości t jej ścianki oraz zależnego od stosunku promienia r wybrania 4 do wysokości a rury:

$$X = \psi \left(r - \frac{1}{2} \sqrt{4r^2 - a^2} \right)$$

gdzie:

X – wielkość dodatkowego przemieszczenia walca kształtującego 1, 2 uzyskiwana w wyniku usunięcia materiału z powierzchni walcowych o średnicy ϕD obydwu tych walców kształtujących 1, 2;

r – promień wybrania na powierzchni roboczej narzędzia

a – wysokość rury;

ψ – współczynnik zależny od wielkości współczynnika cienkościenności t/a oraz ilorazu promienia zaokrąglenia naroży R oraz grubości t ścianki oraz stosunku promienia r wybrania 4 narzędzia do wysokości a rury.

Narzędzie do formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych, według wynalazku, w trzecim przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie drugim z tym, że promień r wybrania 4 ma wielkość 3,6 razy większą niż wysokość a kształtowanej rury, zaś średnica ϕD walca kształtującego 1, 2 jest pomniejszona o wielkość X przez przetoczenie.

Sposób formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych, prowadzi się tak, że w celu wykonania rury o przekroju kwadratowym o wysokości a 25 mm, grubości ścianek t 1,5 mm, zaokrągleniu naroży o promieniu R 3 mm, oblicza się wielkość średnicy zewnętrznej profilu wyjściowego 5 o przekroju okrągłym, z zależności:

$$\phi d = \frac{1}{\pi} \cdot (4a - 8R + 2\pi R)$$

$$\phi d = \frac{1}{\pi} \cdot (4 \cdot 25 - 8 \cdot 3 + 6\pi) = 30,19 \text{ mm}$$

Następnie oblicza się wartość współczynnika cienkościenności t/a :

$$t/a = 1,5/25 = 0,06$$

Po czym oblicza się wartość parametru R/t :

$$R/t = 3/1,5 = 2$$

Następnie określa się wartość współczynnika ψ . Początkowo sporządza się wykres zależności współczynnika ψ od współczynnika cienkościenności t/a , pokazany na fig. 6, na którym położenie punktów określa się na podstawie wyników modelowania numerycznego metodą elementów skończonych tak, że przy zachowaniu stałych wartości parametrów $R/t = 2$ oraz $r = 3,6a$ sporządza się modele numeryczne procesu profilowania rury dla jedenastu wartości współczynnika cienkościenności t/a leżących w zakresie 0,008 do 0,16. Dla każdej z badanych wartości współczynnika cienkościenności t/a wykonuje się szereg obliczeń numerycznych, analizując wpływ dodatkowego przemieszczenia X, aż do momentu określenia wartości X przy której ściany rury nie ulegają przegięciu w podczas kształtowania. Następnie oblicza się wartość współczynnika ψ dla poszczególnych współczynników cienkościenności t/a i sporządza się wykres zależności współczynnika ψ od współczynnika cienkościenności. Wykres ten, w analogiczny sposób sporządza się na podstawie prób eksperymentalnych.

Z wyznaczonego wykresu zależności współczynnika ψ od współczynnika cienkościenności t/a wyznacza się wartość współczynnika ψ , który dla $t/a = 0,06$ wynosi $\psi = 1,5$.

Po czym oblicza się wartość dodatkowego przemieszczenia się walców kształtujących 1, 2 do kształtowania profilu wstępnego:

$$X = 1,5 \cdot \left(90 - \frac{1}{2} \sqrt{4 \cdot 90^2 - 25^2} \right) = 1,31 \text{ mm}$$

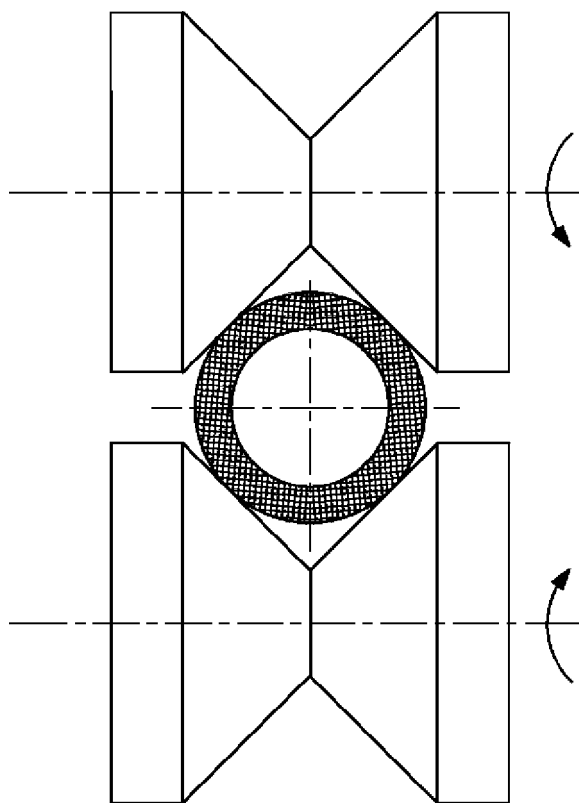
Podczas kształtowania profilu wstępnego walce kształtujące 1, 2 przemieszcza się do siebie dodatkowo o 1,31 mm, przy czym każdy z tych walców kształtujących 1, 2 ma średnicę zewnętrzną ϕD pomniejszoną o co najmniej 1,31 mm.

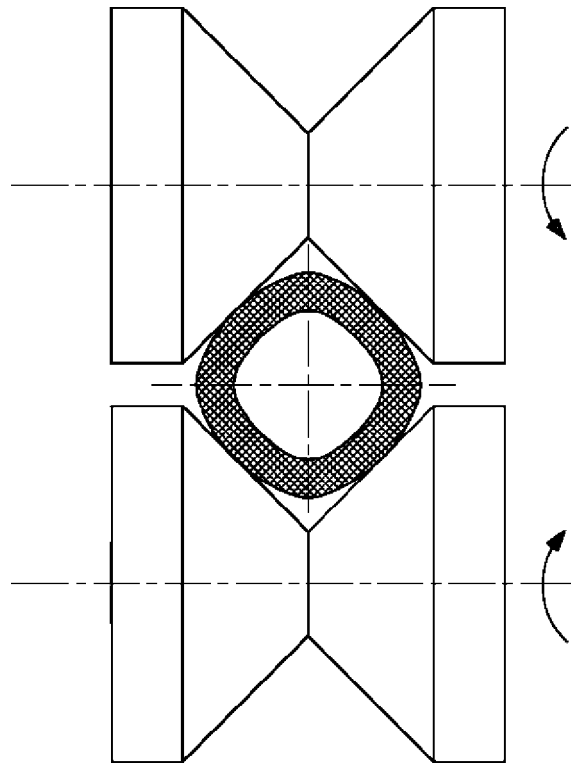
Wykaz oznaczeń rysunkowych

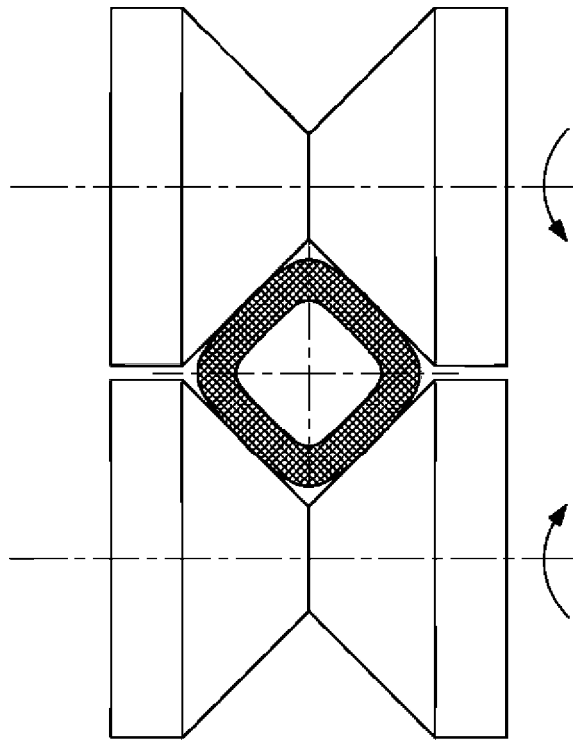
- 1 – walec kształtujący górny
- 2 – walec kształtujący dolny
- 3 – profil roboczy
- 4 – wybranie
- 5 – profil wyjściowy
- 6 – profil wstępny
- 7 – walec górny
- 8 – walec dolny
- 9 – profil roboczy
- t – grubość ścianki rury
- a – wysokość rury
- R – promień zaokrąglenia naroży rury
- t/a – współczynnik cienkościenności
- r – promień wybrania
- ϕD – średnica walca
- ϕd – średnica zewnętrzna profilu wyjściowego

Zastrzeżenia patentowe

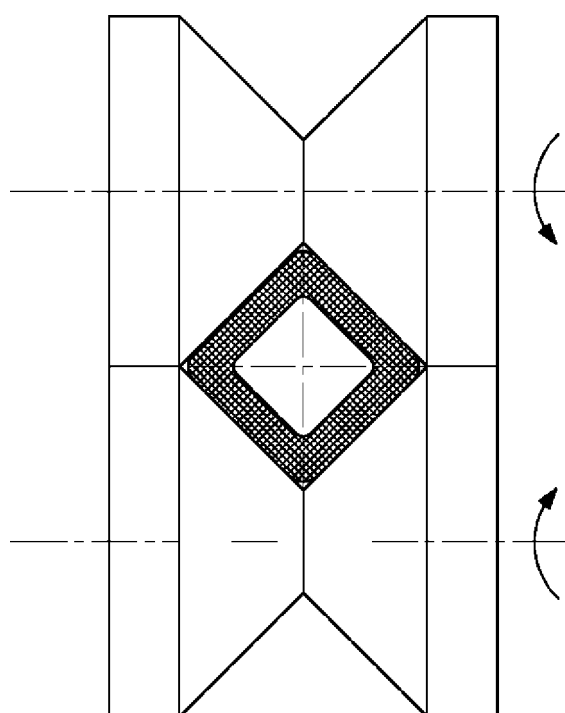
1. Narzędzie do formowania rur kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych mające postać dwóch walców kształtujących z profilem roboczym V-kształtnym, **znamienne tym**, że profil roboczy (3) na każdej jego powierzchni ma wybranie (4) które utworzone jest od jednego naroża tego profilu roboczego (3) do jego drugiego naroża, przy czym to wybranie (4) ma kształt wycinka koła o promieniu (r) o wielkości od 2,8 do 4,8 razy większej od wysokości (a) kształtowanej rury.
2. Narzędzie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że wybranie (4) ma kształt wycinka koła o promieniu (r) o wielkości 3,6 razy większej od wysokości (a) kształtowanej rury.
3. Narzędzie według zastrz. 1 albo 2, **znamienne tym**, że powierzchnia walcowa walców kształtujących (1, 2) jest pogłębiona o wartość równą połowie wielkości wprost proporcjonalnej do iloczynu różnicy promienia (r) wybrania (4) narzędzia i połowy pierwiastka z różnicy czterokrotności kwadratu tego promienia (r) wybrania (4) i kwadratu wysokości (a) rury oraz współczynnika (ψ) zależnego od stosunku grubości (t) ścianki rury do jej wysokości (a), zależnego od stosunku promienia (R) zaokrąglenia naroży rury do grubości (t) jej ścianki oraz zależnego od stosunku promienia (r) wybrania (4) do wysokości (a) rury.
4. Narzędzie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że powierzchnia walcowa walców kształtujących (1, 2) jest przetoczona.
5. Narzędzie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że powierzchnia czołowa walców kształtujących (1, 2) jest przeszlifowana.

Rysunki*Pos. 1*

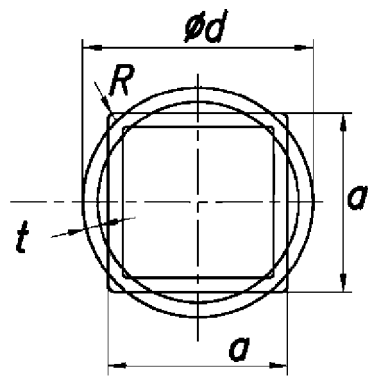
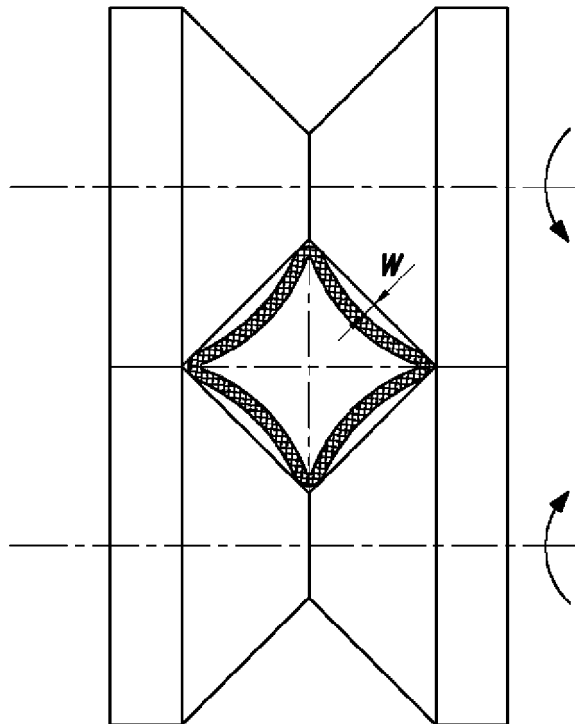
*Pos. II*

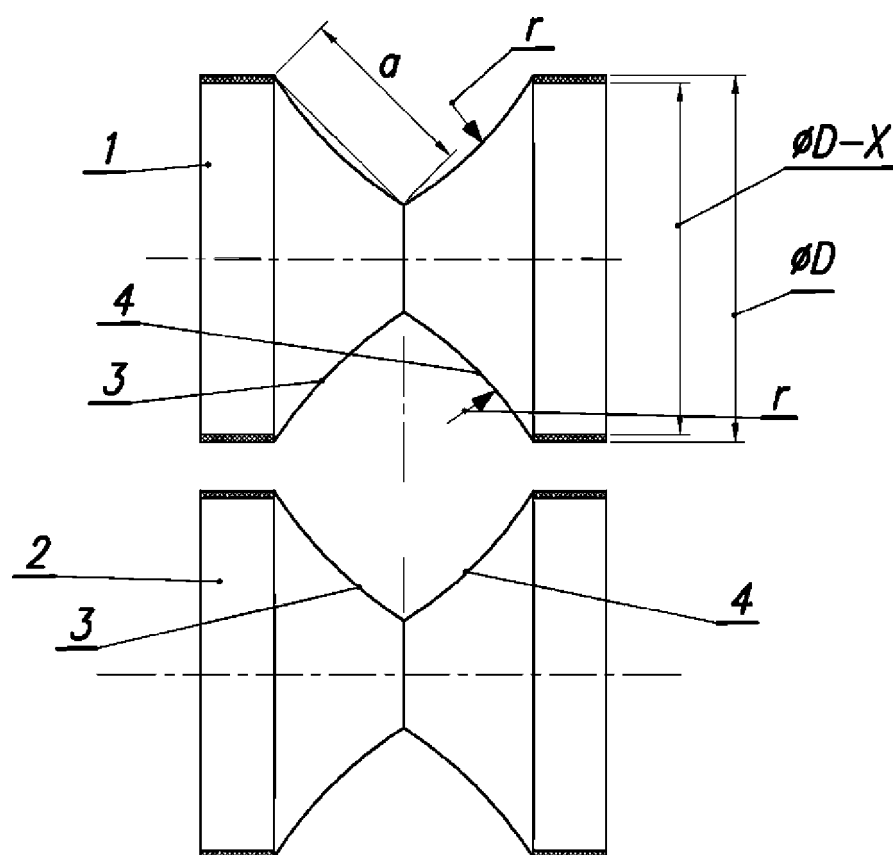


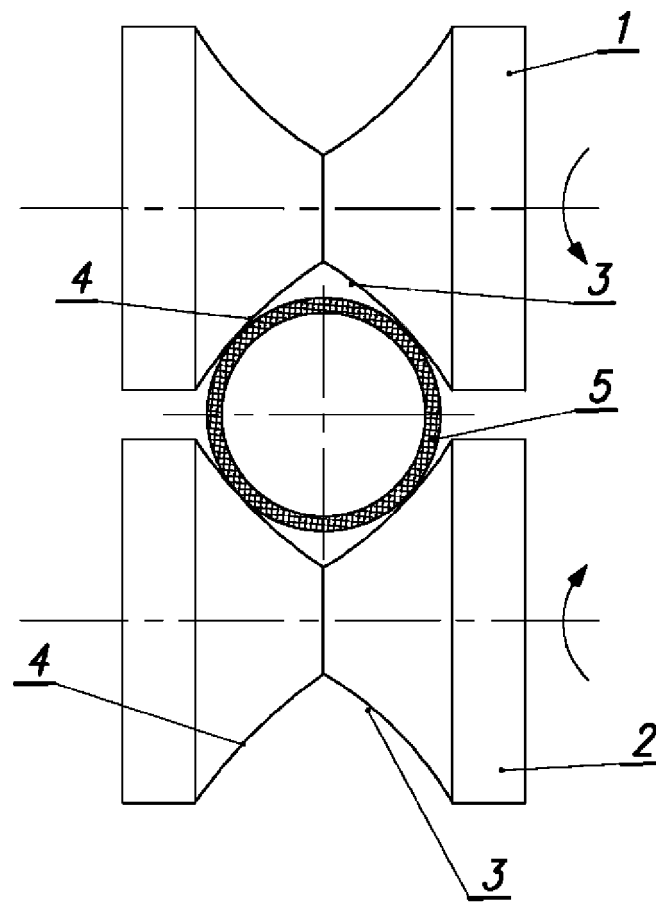
Pos. III

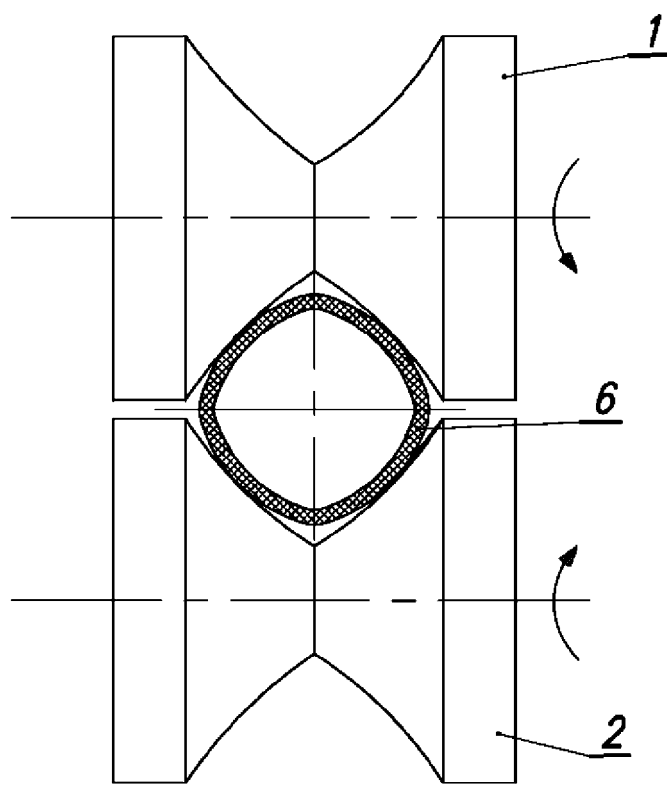


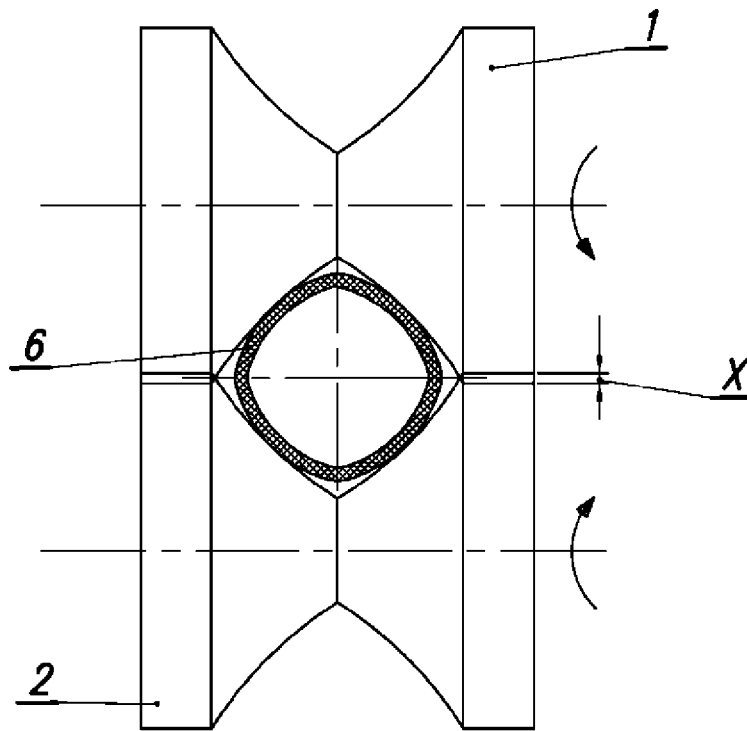
Pos. IV

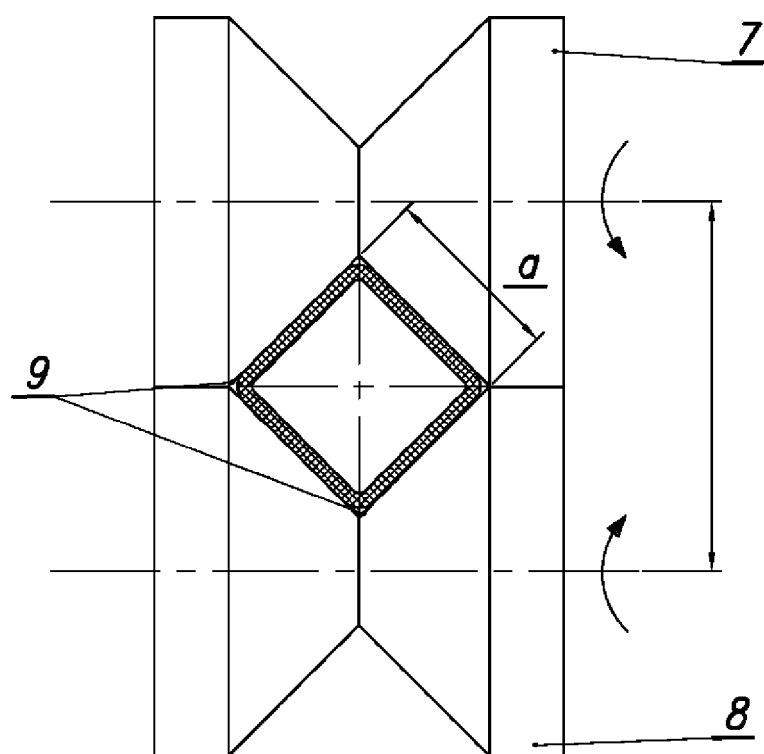
*Pos. V**Pos. VI*

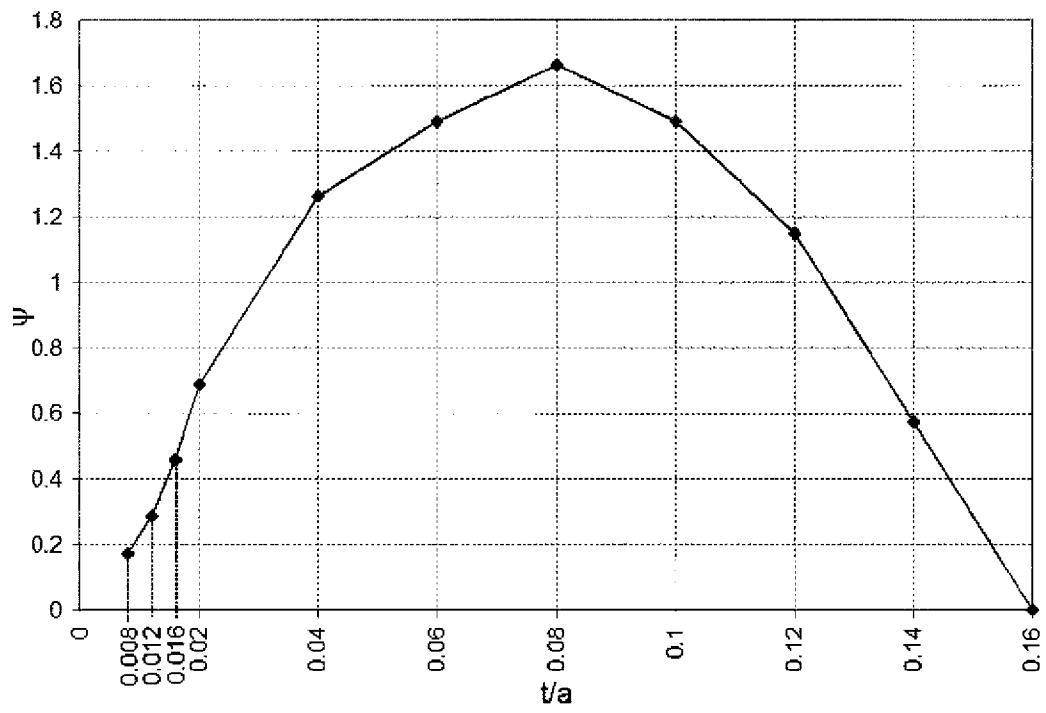
*Fig. 1*

*Fig. 2*

*Fig. 3*

*Fig. 4*

*Fig. 5*

*Fig. 6*