

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241721**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **436436**

(22) Data zgłoszenia: **21.12.2020**

(51) Int.Cl.

B21D 17/04 (2006.01)

B21D 22/02 (2006.01)

B21C 37/15 (2006.01)

(54)

Narzędzie do profilowania rur, zwłaszcza cienkościennych

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

27.06.2022 BUP 26/22

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.11.2022 WUP 48/22

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA RZESZOWSKA
IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

STANISŁAW KUT, Rzeszów, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Ilona Szuba

PL 241721 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest narzędzie do profilowania rur o różnej długości, zwłaszcza cienkościennych o przekroju kwadratowym.

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 klatkach walcowniczych w wyniku zmniejszania odległości pomiędzy osiami walców. Możliwe jest profilowanie z wykorzystaniem walcarki z jedną klatką 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.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego narzędzia do profilowania rur, zwłaszcza cienkościennych, który będzie miał zastosowanie w przypadku wytwarzania rur, w których współczynnik cienkościenności jest mniejszy niż 0,16.

Narzędzie do profilowania rur, 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 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° .

Korzystnie średnica walca kształtującego jest pomniejszona o wielkość równą iloczynowi połowy wielkości współczynnika zależnego od wielkości współczynnika cienkościenności oraz ilorazu promienia zaokrąglenia naroży oraz grubości ścianki rury, wartości wysokości profilu oraz tangensa kąta ostrego, przy czym wielkość współczynnika zależnego od wielkości współczynnika cienkościenności oraz ilorazu promienia zaokrąglenia naroży oraz grubości ścianki rury określana jest doświadczalnie albo określana jest na podstawie wyników modelowania numerycznego.

Nowe narzędzie do profilowania rur, zwłaszcza cienkościennych stosowane jest w profilarkach wielowalcowych lub zwykłych walcarkach jednoklatkowych. Dzięki wybraniom w profilach roboczych

walców kształtujących możliwe jest prowadzenie profilowania rur w zakresie wartości współczynnika cienkościenności t/a od 0,02 do 0,16 oraz ilorazu promienia zaokrąglenia naroży rury R do grubości ścianki rury t od 2 do 5 bez utraty stateczności i bez wygięcia ścianek bocznych rury do wewnątrz. To nowe narzędzie według wynalazku pozwala na eliminację niekorzystnego zjawiska przegięcia ścianek rury do wewnątrz i stosowane jest ono do profilowania wstępnego rur, które następnie poddawane są kalibracji na walcach znanych 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 klatkach 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 profilowania rur, 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 μ od współczynnika cienkościenności t/a .

Narzędzie do profilowania rur, 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 dwa wybrania 4, z których każde utworzone jest od naroża tego profilu roboczego 3 do jego środkowej części pod kątem α ostrym o wielkości 4° .

Sposób profilowania rur, zwłaszcza cienkościennych, tym nowym narzędziem do profilowania rur, 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 profilowania rur, zwłaszcza cienkościennych, według wynalazku, w drugim przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie pierwszym z tym, że kąt α ostrzy wybrania 4 ma wartość 6° , zaś średnica ϕD walca kształtującego 1, 2 jest pomniejszona o wielkość równą iloczynowi połowy wielkości współczynnika μ zależnego od wielkości współczynnika cienkościenności t/a oraz ilorazu promienia zaokrąglenia naroży R oraz grubości ścianki rury t , wartości wysokości profilu a oraz tangensa kąta α ostrego wybrania 4:

$$X = \frac{1}{2} \mu \cdot a \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

gdzie:

X – wielkość dodatkowego przemieszczenia narzędzia skutkująca zmniejszeniem odległości pomiędzy osiami walców uzyskiwana w wyniku pomniejszenia średnicy ϕD walca kształtującego górnego 1 oraz walca kształtującego dolnego 2 o wartość równą tej wielkości;

μ – współczynnik zależny od wielkości współczynnika cienkościenności t/a oraz ilorazu promienia zaokrąglenia naroży R oraz grubości ścianki rury t ;

a – wysokość rury;

α – kąt ostrzy wybrania 4.

Narzędzie do profilowania rur, zwłaszcza cienkościennych, według wynalazku, w trzecim przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie drugim, z tym że kąt α ostrzy wybrania 4 ma wartość 3° , zaś średnica ϕD walca kształtującego 1, 2 jest pomniejszona o wielkość X przez szlifowanie.

Sposób profilowania rur, 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 μ . Początkowo sporządza się wykres zależności współczynnika μ 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 $\alpha = 3^\circ$ sporządza się modele numeryczne procesu profilowania rury dla ośmiu wartości współczynnika cienkościenności t/a leżących w zakresie 0,02 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 μ dla poszczególnych współczynników cienkościenności t/a i sporządza się wykres zależności współczynnika μ od współczynnika cienkościenności. Wykres ten w analogiczny sposób sporządza się na podstawie prób eksperymentalnych.

Z wyznaczonego wykresu zależności współczynnika μ od współczynnika cienkościenności t/a wyznacza się wartość współczynnika μ , który dla $t/a = 0,06$ wynosi $\mu = 1,2$.

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

$$X = \frac{1}{2} \mu \cdot a \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

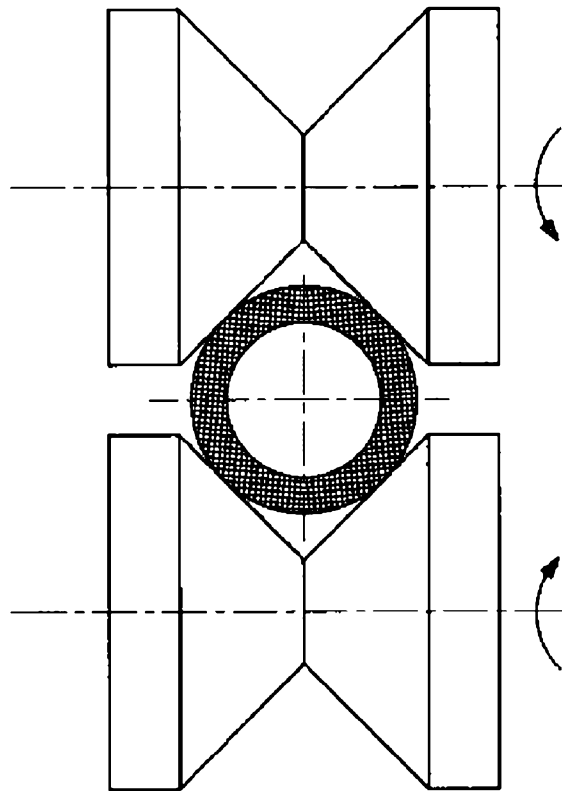
$$X = 0,5 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot \operatorname{tg}(3^\circ) = 0,5 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot 0,0524 \approx 0,8 \text{ mm}$$

Podczas kształtowania profilu wstępnego walce kształtujące 1, 2 przemieszcza się do siebie dodatkowo o 0,8 mm, przy czym każdy z tych walców kształtujących 1, 2 ma średnicę zewnętrzną ϕD pomniejszoną o co najmniej; 0,8 mm.

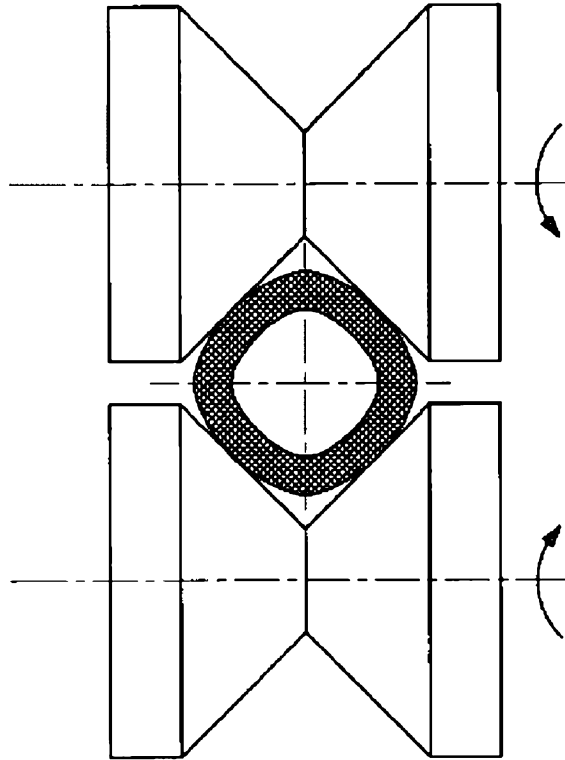
Zastrzeżenia patentowe

1. Narzędzie do profilowania rur, zwłaszcza cienkościennych, mające postać dwóch walców kształtujących z profilem roboczym V-kształtnym, **znamiennie tym**, że profil roboczy (3) na każdej jego powierzchni ma dwa wybrania (4), z których każde utworzone jest od naroża tego profilu roboczego (3) do jego środkowej części pod kątem (α) ostrym o wielkości od 3° do 6° .
2. Narzędzie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że średnica walca kształtującego (1, 2) jest pomniejszona o wielkość równą iloczynowi połowy wielkości współczynnika (μ) zależnego od wielkości współczynnika cienkościenności (t/a) oraz ilorazu promienia zaokrąglenia naroży (R) oraz grubości ścianki rury (t), wartości wysokości profilu (a) oraz tangensa kąta (α) ostrego.
3. Narzędzie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że wielkość współczynnika (μ) zależnego od wielkości współczynnika cienkościenności (t/a) oraz ilorazu promienia zaokrąglenia naroży (R) oraz grubości ścianki rury (t) określana jest doświadczalnie.
4. Narzędzie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że wielkość współczynnika (μ) zależnego od wielkości współczynnika cienkościenności (t/a) oraz ilorazu promienia zaokrąglenia naroży (R) oraz grubości ścianki rury (t) określana jest na podstawie wyników modelowania numerycznego.

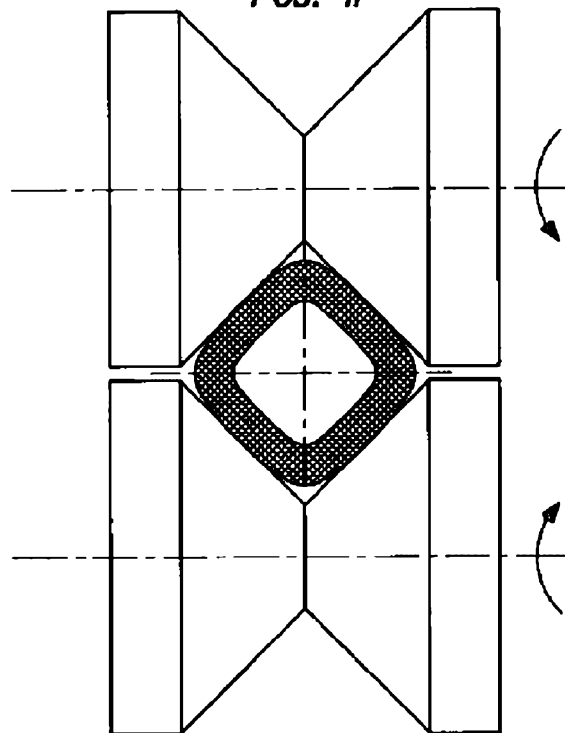
Rysunki



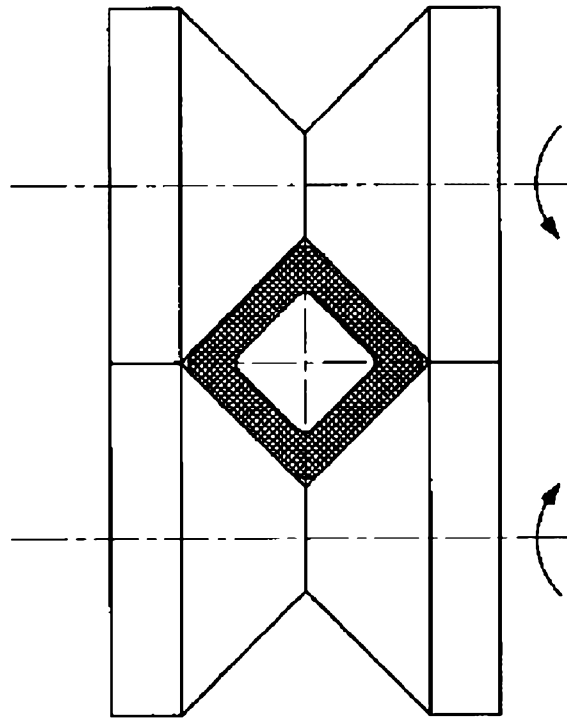
Pos. 1



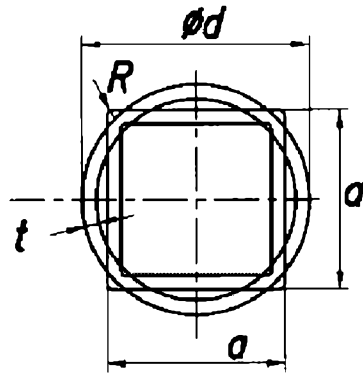
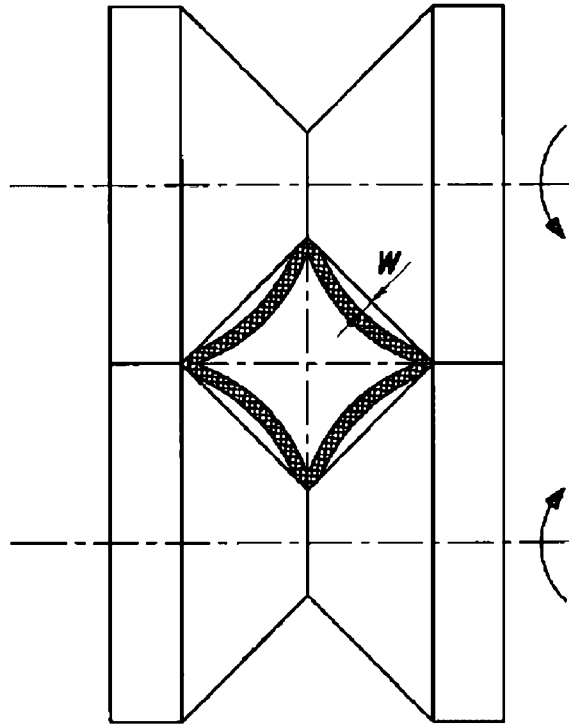
Pos. II



Pos. III



Pos. IV

*Pos. V**Pos. VI*

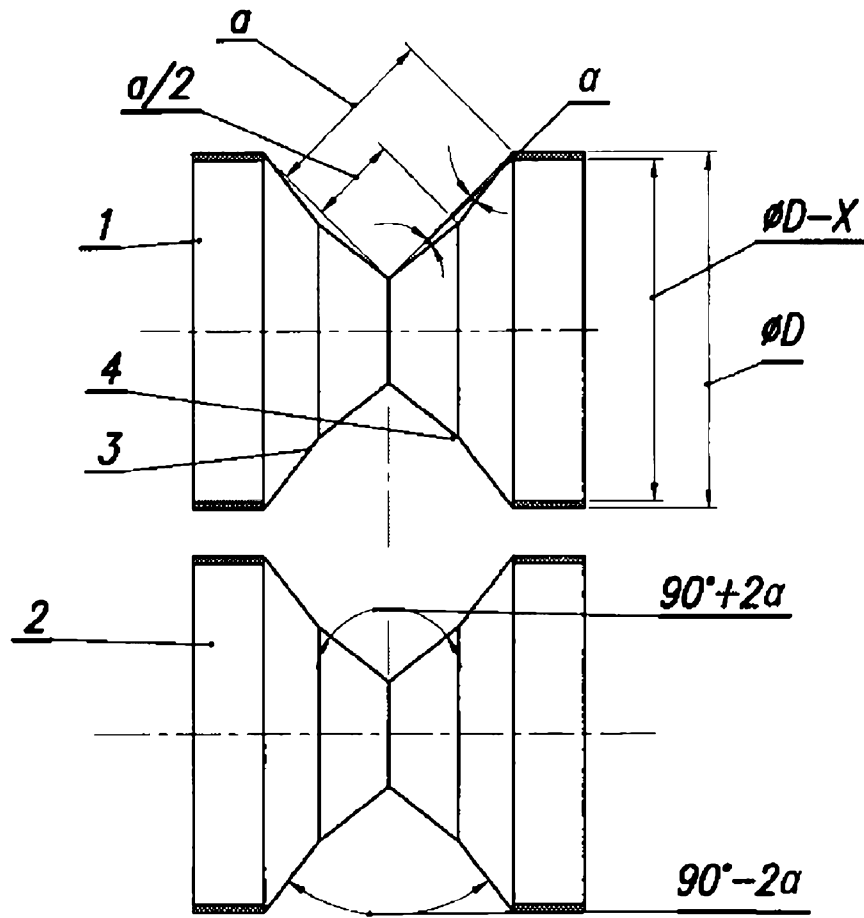
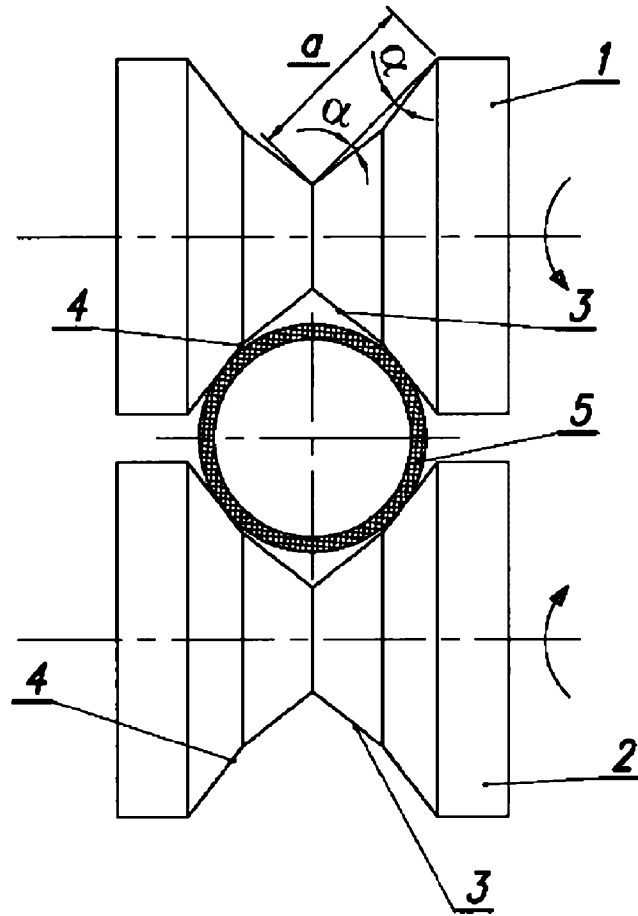


Fig. 1

*Fig. 2*

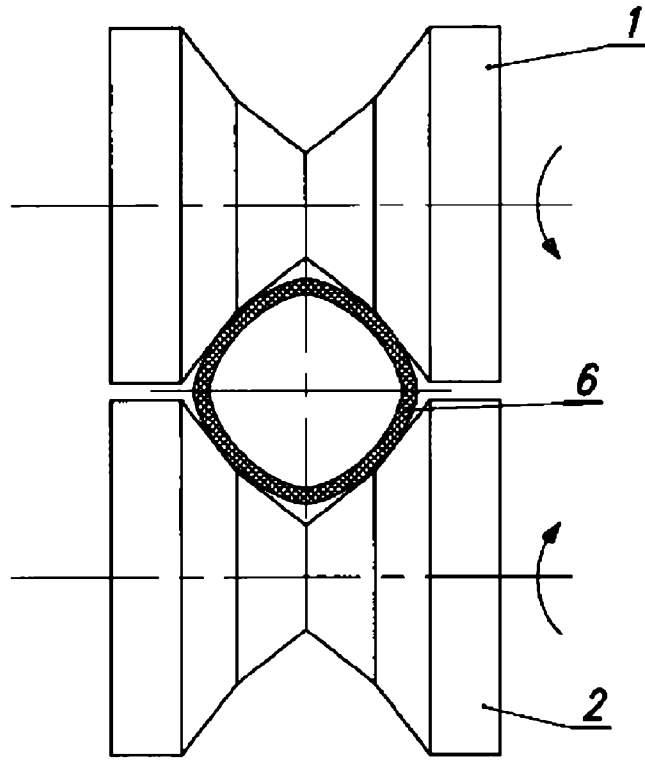


Fig. 3

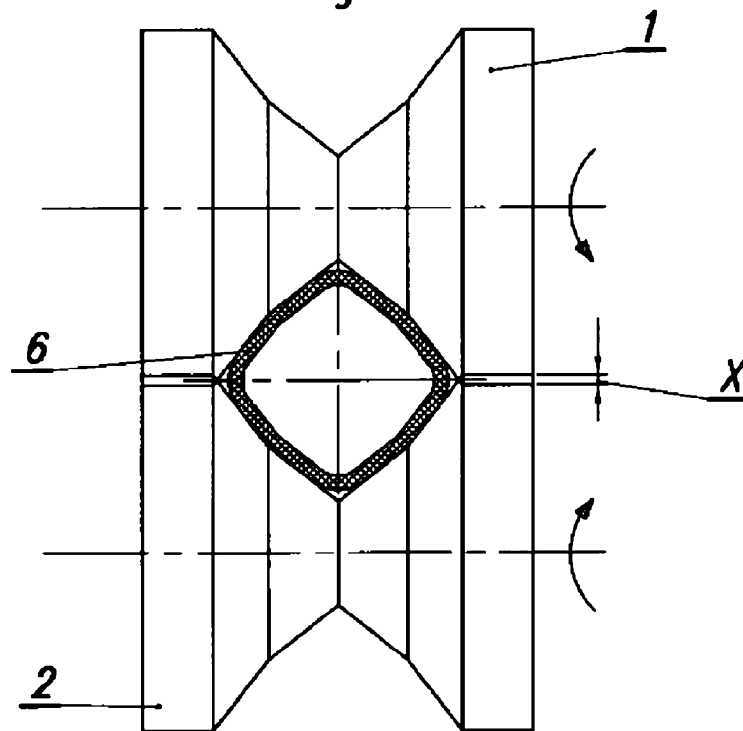


Fig. 4

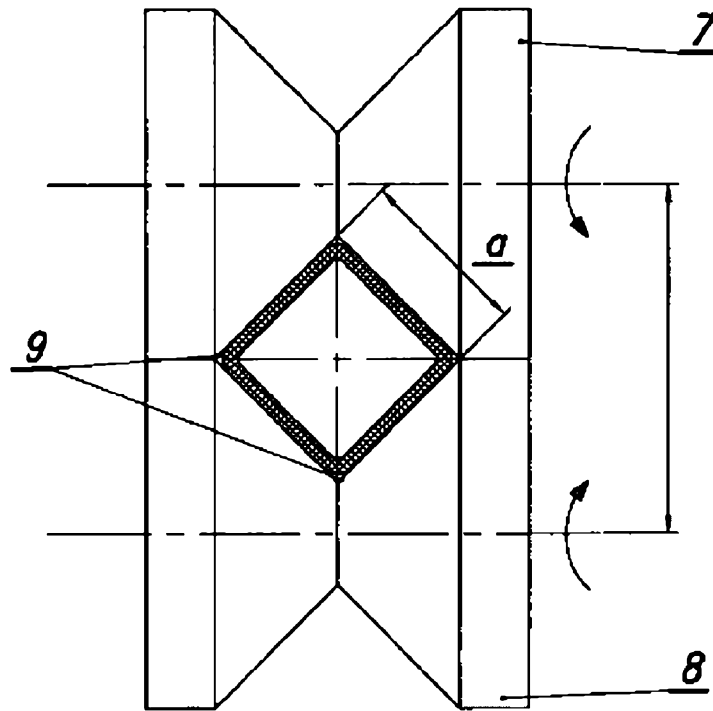


Fig. 5

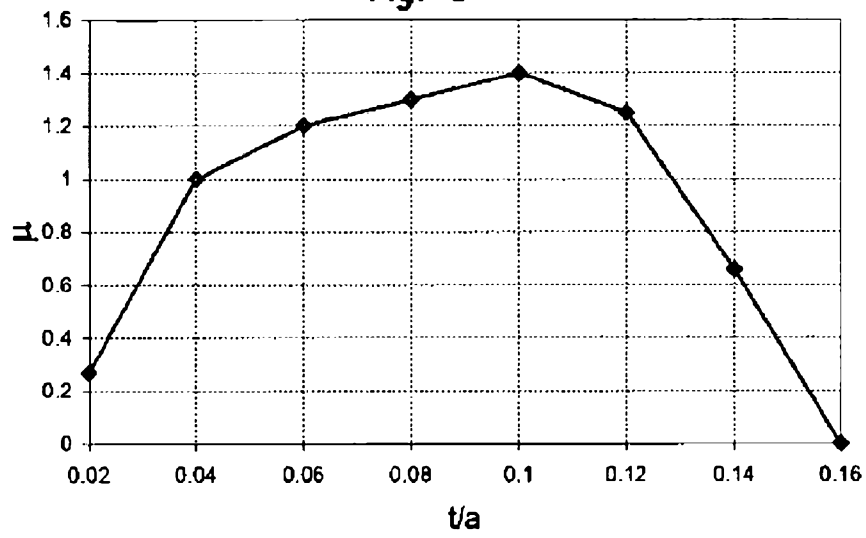


Fig. 6