

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **241689**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **436433**

(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)

**Sposób profilowania rury, zwłaszcza o przekroju kwadratowym**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**27.06.2022 BUP 26/22**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**21.11.2022 WUP 47/22**

(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**

**PL 241689 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób profilowania rury, zwłaszcza o przekroju kwadratowym prowadzony z wykorzystaniem narzędzi mających postać walców.

Główną zaletą rur o przekroju kwadratowym jest ich estetyczny wygląd w porównaniu z innymi profilami hutniczymi oraz ich wszechstronne zastosowanie w różnego rodzaju konstrukcjach, przede wszystkim jako elementy nośne. Znajdują one zastosowanie przede wszystkim w budownictwie, przemyśle maszynowym, transportowym, meblarskim oraz w typowych konstrukcjach stalowych. Rury o przekroju kwadratowym charakteryzują się prostą formą oraz dużą wytrzymałością w stosunku do ich masy. Z uwagi na zdolność metali do umocnienia odkształceniowego podczas obróbki plastycznej na zimno rury kwadratowe profilowane na zimno mają wyższe parametry wytrzymałościowe niż rury o takich samych przekrojach i z tych samych gatunków materiałów kształtowane na gorąco, dlatego profilowanie rur przeprowadzane jest głównie na zimno.

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 jedno-wnękową 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. Znane jest również 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°.

Średnica profilu wyjściowego dobierana jest przy założeniu równości obwodów rury okrągłej stanowiącej ten profil wyjściowy i wytwarzanej rury kwadratowej, przez co średnicę profilu wyjściowego oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

a – wysokość profilu,

R – promień zaokrąglenia naroży.

W obecnie znanych sposobach kształtowania rur o przekroju kwadratowym na zimno z rury okrągłej, umocnienie materiału następuje w wyniku odkształceń plastycznych, które skoncentrowane są przede wszystkim w obszarze naroży, z tym, że odkształcenia te są niewielkie, a ich rozkład na przekroju poprzecznym rury jest podobny do uzyskanego podczas gięcia plastycznego co pokazano na pos. VI. W oznaczonych na pos. VI obszarach, materiał rury ulega umocnieniu odkształceniowemu, przez co

wytrzymałość rury zwiększa się w porównaniu do rury profilowanej na gorąco lub na zimno poddanej wyżarzaniu rekrytalizującemu.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego sposobu profilowania rury, zwłaszcza o przekroju kwadratowym, który umożliwi otrzymanie rury o większej wytrzymałości od rur uzyskiwanych dotychczas znanymi sposobami.

Sposób profilowania rury, zwłaszcza o przekroju kwadratowym prowadzony jest tak, że profil wyjściowy o przekroju okrągłym umieszczany jest pomiędzy dwoma walcami kształtującymi narzędzia mającymi profil roboczy V-kształtny z dwoma wybraniami na każdej jego powierzchni, które utworzone są od naroża tego profilu roboczego do jego środkowej części pod kątem ostrym o wartości od  $3^\circ$  do  $6^\circ$ , przy czym poprzez działanie tych walców kształtujących formowany jest profil wstępny, który umieszczany jest następnie pomiędzy dwoma walcami kalibrującymi i poprzez ich działanie na profil wstępny formowana jest rura, według wynalazku charakteryzuje się tym, że profil wyjściowy stosuje się o obwodzie większym od 2% do 10% w stosunku do obwodu formowanej rury.

W nowym sposobie profilowania rury, zwłaszcza o przekroju kwadratowym wzrost wytrzymałości wytwarzanej rury uzyskuje się poprzez znaczne zwiększenie wartości odkształceń plastycznych podczas profilowania na zimno, które uzyskiwane są w wyniku dodatkowych obciążeń ściskających – spęcznienia materiału, zwłaszcza w obszarze naroży. Dzięki wystąpieniu dodatkowego spęcznienia, ukształtowana rura jest bardziej wytrzymała od rur uzyskiwanych dotychczas znanymi sposobami, zwłaszcza podczas zginania, skręcania lub rozciągania.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym pos. I – IV przedstawia znany sposób wytwarzania rury 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 w przekroju poprzecznym z uwidocznionymi odkształceniami, fig. 1 – walce kształtujące narzędzia do profilowania rur, zwłaszcza o przekroju kwadratowym 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 widoku poprzecznym, natomiast fig. 6 – rurę w przekroju poprzecznym z uwidocznionymi odkształceniami.

Do stosowania sposobu profilowania rur, zwłaszcza o przekroju kwadratowym wykorzystywane jest narzędzie, które 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 kształtujący 3 V-kształtny, który na każdej z jego powierzchni ma dwa wybrania 4, które utworzone są od naroża profilu roboczego kształtującego 3 do jego środkowej części pod kątem  $\alpha$  o wielkości od  $3^\circ$  do  $6^\circ$ .

Sposób profilowania rur, zwłaszcza o przekroju kwadratowym, według wynalazku, w pierwszym przykładzie realizacji prowadzi się tak, że w celu uformowania pierwszej rury 5a o przekroju kwadratowym, wysokości  $a = 25$  mm i obwodzie zewnętrznym 94 mm, pierwszy profil wyjściowy 6a o obwodzie zewnętrznym większym o 7% w stosunku do obwodu formowanej pierwszej rury 5a wynoszącym 100,6 mm umieszcza się pomiędzy walcem kształtującym górnym 1 a walcem kształtującym dolnym 2 narzędzia do profilowania rur 5a, 5b. Pierwszy profil wyjściowy 6a wykonany jest ze stali o umownej granicy plastyczności  $R_{0,2} = 418$  MPa oraz o krzywej umocnienia opisanej równaniem potęgowym Hollomona w postaci  $\sigma_{pl} = 550 \cdot \varphi_l^{0,044}$  [MPa]. Grubość ścianki formowanej pierwszej rury 5a wynosi  $t = 2$  mm. Poprzez działanie tych walców kształtujących 1, 2 formuje się pierwszy profil wstępny 7a, który umieszcza się następnie pomiędzy walcem górnym 8 a walcem dolnym 9, których profil roboczy 10 jest V-kształtny. Poprzez działanie walców 8, 9 na pierwszy profil wstępny 7a formuje się pierwszą rurę 5a o przekroju kwadratowym i wysokości  $a = 25$  mm.

Dla porównania wykonuje się drugą rurę 5b o przekroju kwadratowym, z drugiego profilu wyjściowego 6b mającego postać rury okrągłej o obwodzie zewnętrznym wynoszącym 94 mm. Ten drugi profil wyjściowy 6b umieszcza się pomiędzy walcem kształtującym górnym 1 a walcem kształtującym dolnym 2 narzędzia do profilowania rur 5a, 5b. Grubość ścianki formowanej drugiej rury 6b jest taka sama jak pierwszej rury 5a i wynosi  $t = 2$  mm. Poprzez działanie tych walców kształtujących 1, 2 formuje się drugi profil wstępny 7b, który umieszcza się następnie pomiędzy walcem górnym 8 a walcem dolnym 9, których profil roboczy 10 jest V-kształtny. Poprzez działanie walców 8, 9 na drugi profil wstępny 7b formuje się drugą rurę 5b o przekroju kwadratowym i tej samej wysokości  $a = 25$  mm co pierwszą rurę 5a.

Następnie przeprowadza się badania wytrzymałościowe rur 5a, 5b. Zastosowanie pierwszego profilu wyjściowego 6a o większym obwodzie oraz drugiego profilu wyjściowego 6b, którego obwód jest

równy obwodowi formowanej rury 5a, 5b powoduje w przypadku pierwszej rury 5a ponad 20% wzrost maksymalnej wartości momentu gnącego w próbie gięcia czystym momentem gnącym w zakresie odkształceń sprężystych w porównaniu do drugiej rury 5b.

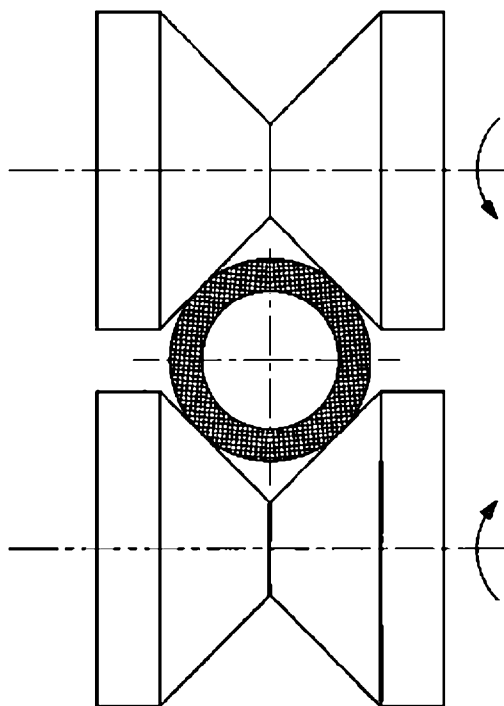
Sposób profilowania rur, zwłaszcza o przekroju kwadratowym, według wynalazku, w drugim przykładzie realizacji, taki jak w przykładzie pierwszym, z tym, że w celu uformowania pierwszej rury 5a o przekroju kwadratowym oraz obwodzie wynoszącym 94 mm pierwszy profil wyjściowy 6a stosuje się o obwodzie większym o 2% w stosunku do formowanej pierwszej rury 5a wynoszącym 96 mm.

Sposób profilowania rur, zwłaszcza o przekroju kwadratowym, według wynalazku, w trzecim przykładzie realizacji, taki jak w przykładzie pierwszym, z tym, że w celu uformowania pierwszej rury 5a o przekroju kwadratowym o wielkości obwodu 94 mm, pierwszy profil wyjściowy 6a stosuje się o obwodzie większym o 10% w stosunku do obwodu formowanej pierwszej rury 5a wynoszącym 103,4 mm.

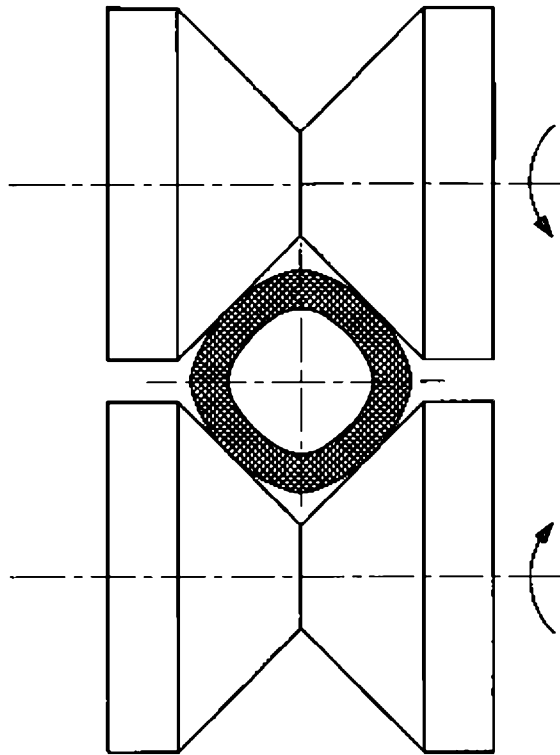
### Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób profilowania rury, zwłaszcza o przekroju kwadratowym prowadzony jest tak, że profil wyjściowy o przekroju okrągłym umieszczany jest pomiędzy dwoma walcami kształtującymi narzędzia mającymi profil roboczy V-kształtny z dwoma wybraniami na każdej jego powierzchni, które utworzone są od naroża tego profilu roboczego do jego środkowej części pod kątem ostrym o wartości od  $3^\circ$  do  $6^\circ$ , przy czym poprzez działanie tych walców kształtujących formowany jest profil wstępny, który umieszczany jest następnie pomiędzy dwoma walcami kalibrującymi i poprzez ich działanie na profil wstępny formowana jest rura, **znamienny tym**, że profil wyjściowy stosuje się o obwodzie większym od 2% do 10% w stosunku do obwodu formowanej rury.

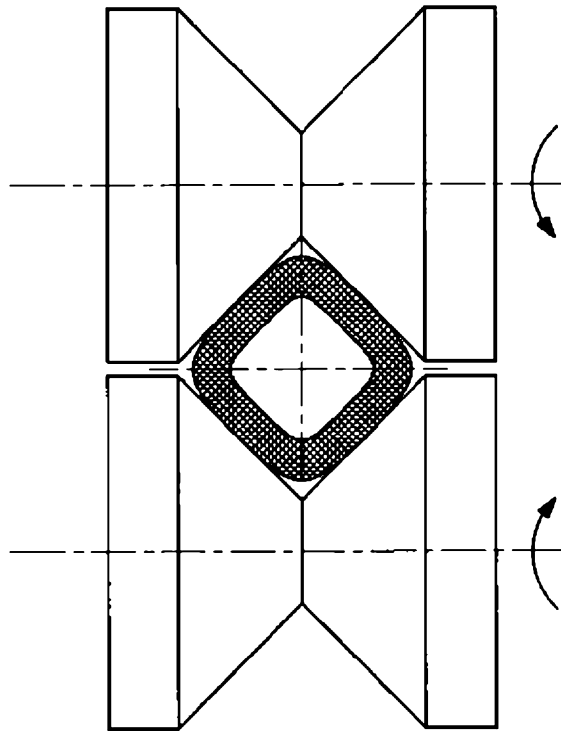
### Rysunki



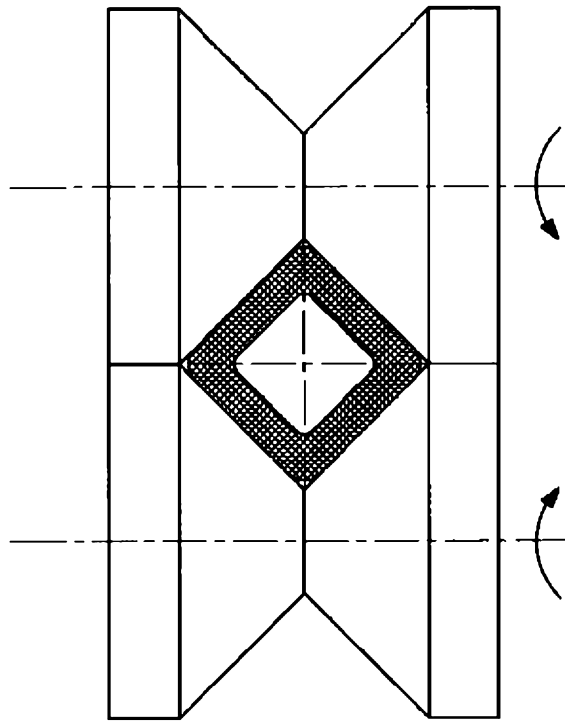
Pos. 1



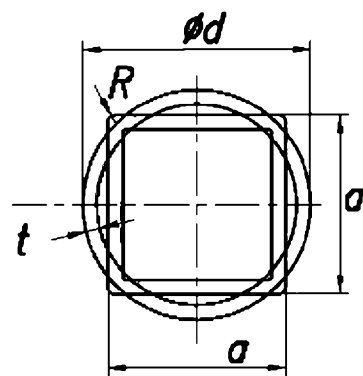
*Pos. II*



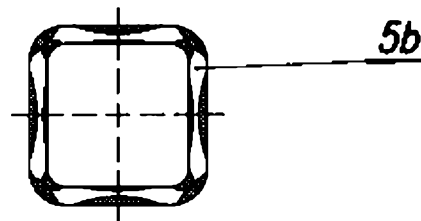
*Pos. III*



*Pos. IV*



*Pos. V*



*Pos. VI*

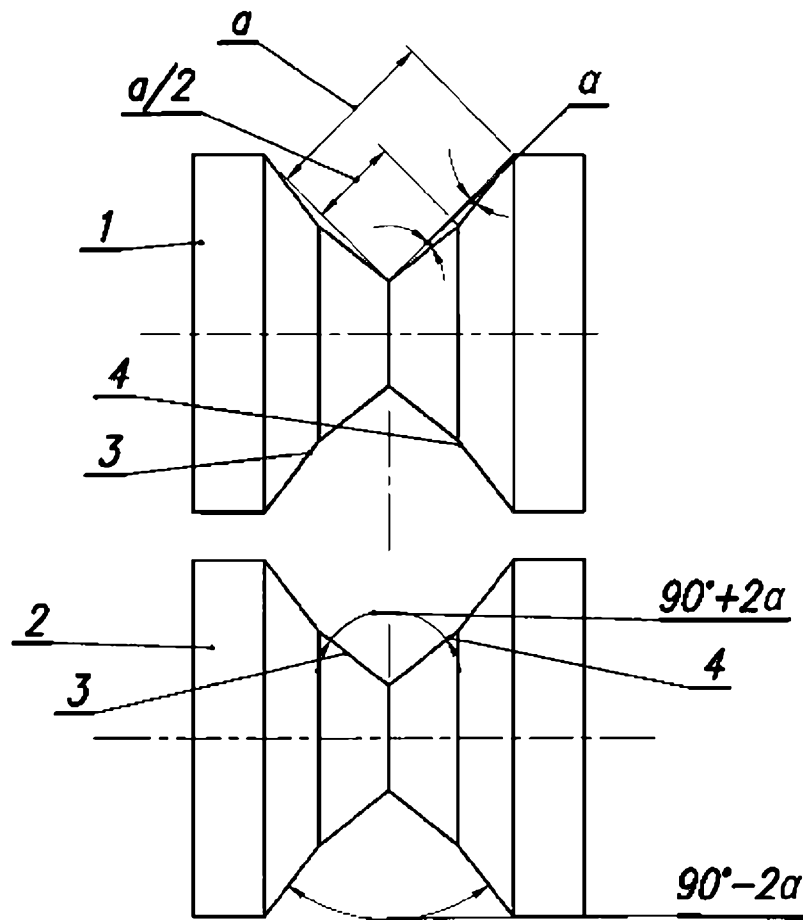


Fig. 1

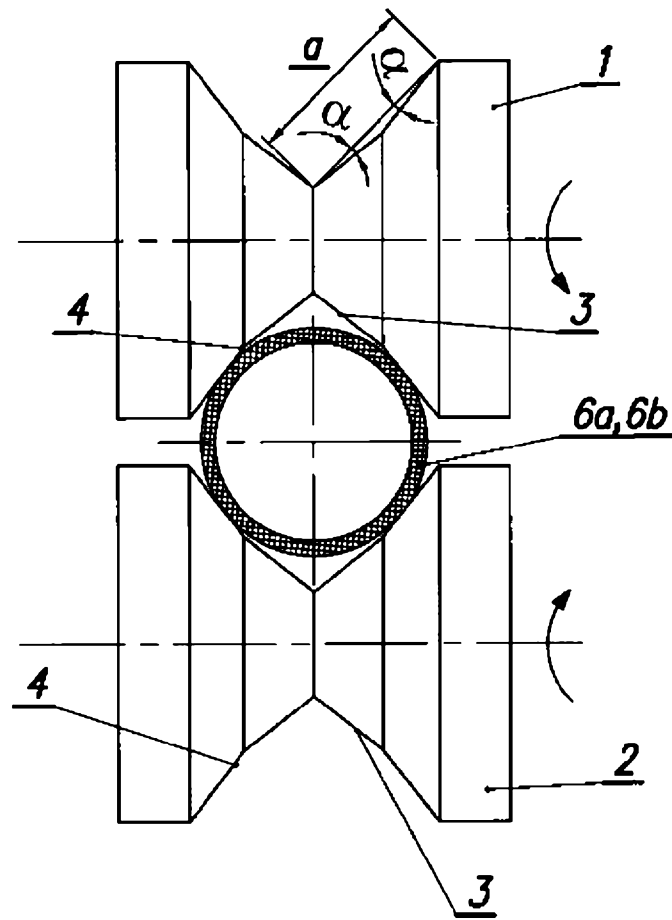
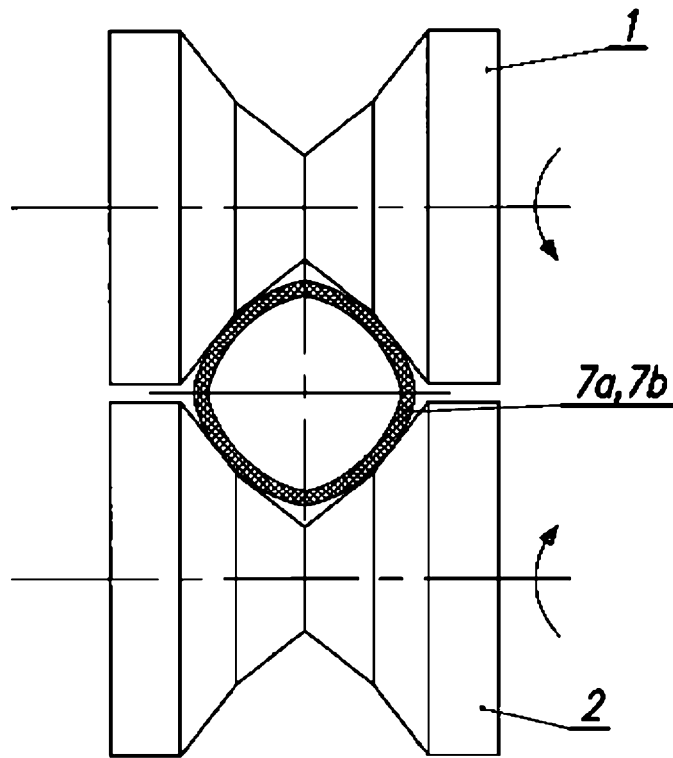


Fig. 2



*Fig. 3*

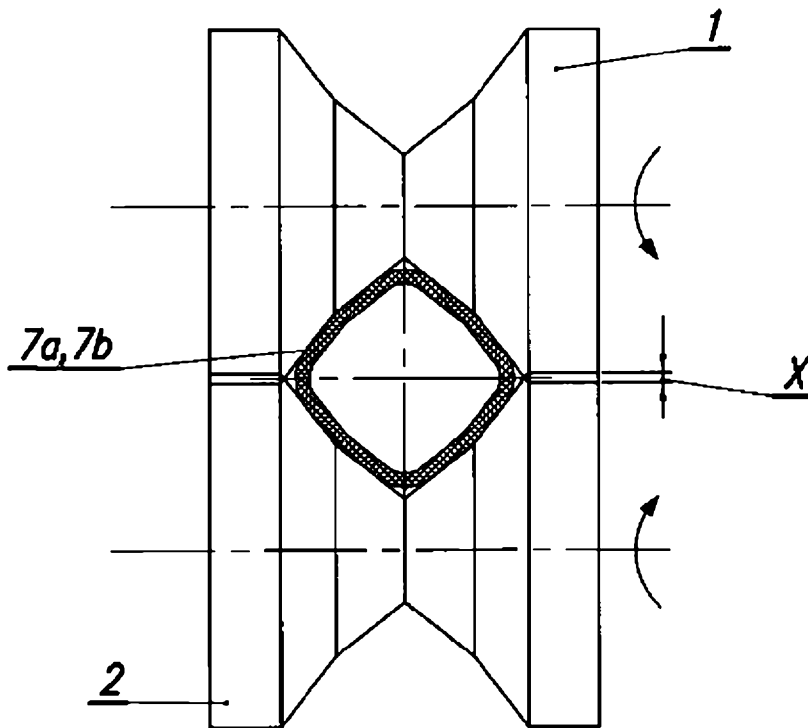
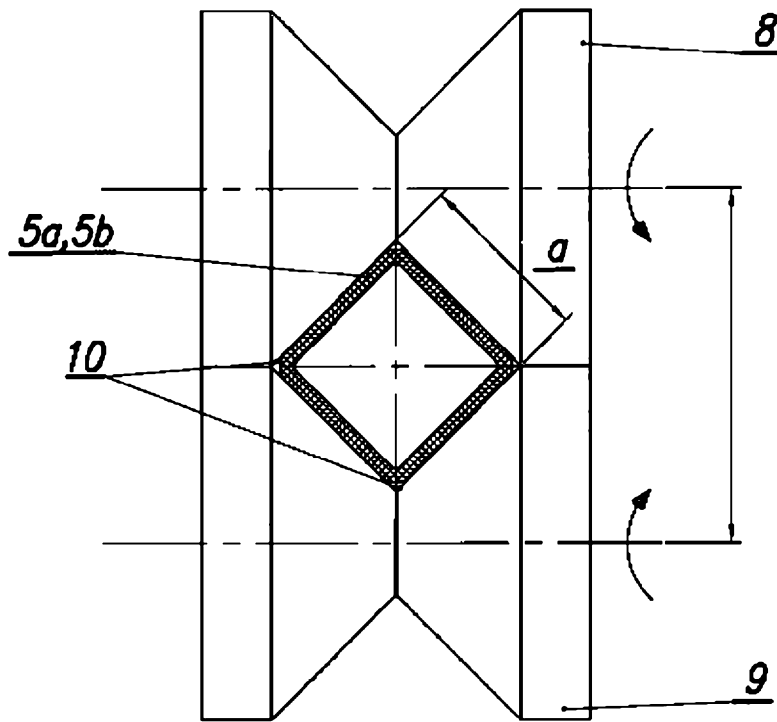
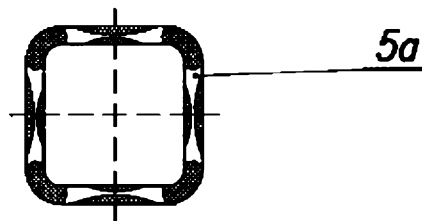


Fig. 4



*Fig. 5*



*Fig. 6*