

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 245550 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **441177**

(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 1/22 (2006.01)

B21C 37/15 (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:

Sposób formowania tulei kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych

PL 245550 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób formowania tulei kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych na prasie.

Z opisu patentowego PL206467B1 znany jest sposób wyciskania tulei, zwłaszcza głębokich tulei z dnem, polegający na umieszczeniu wstępniaka między stemplem a współosiowo usytuowaną podporą mającą postać trzpienia o średnicy mniejszej od średnicy stempla, przy czym początkowo wstępniak poddaje się wyciskaniu złożonemu przy unieruchomionej podporze, a po wstępnym ukształtowaniu tulei zwalnia się blokadę unieruchamiającą podporę i dalej działa się stemplem do ostatecznego ukształtowania tulei.

Znane obecnie tuleje i krótkie rury o przekroju kwadratowym wykonywane są z profili hutniczych. Zakres wymiarowy oraz gatunek materiału, z którego wykonane są te znane tuleje i krótkie rury jest jednak w znacznym stopniu ograniczony. W przypadku, gdy wymiary pożądanej tulei nie odpowiadają wymiarom typowych profili hutniczych, którego przykład został pokazany na pos. I, albo jeśli pożądana tuleja jest wykonana z innego rodzaju lub gatunku materiału niż profile hutnicze oferowane na rynku, tuleje lub krótkie rury wykonywane są poprzez gięcie lub profilowanie na prasie, które polega na wykonywaniu przez narzędzia kształtujące ruchów posuwisto-zwrotnych.

Tuleja o przekroju kwadratowym może zostać również ukształtowana z płaskiego wycinka blachy poprzez gięcie, zwłaszcza na prasie poziomej, co zostało pokazane na pos. II, a następnie poprzez zgrzewanie albo spawanie. Zaletą tego znanego sposobu jest to, że można wykonywać tuleje o niewielkich grubościach ścianek. Jego wadą jest natomiast występowanie łączenia w postaci szwu na tulei, a także problemy techniczne, które mogą wystąpić podczas prowadzenia procesu jej wytwarzania.

Kolejnym, znanym ze stosowania sposobem wykonywania tulei lub krótkich odcinków rur o przekroju kwadratowym, jest profilowanie na prasie z wykorzystaniem narzędzi pryzmowych, co zostało pokazane na pos. III. W tym znanym sposobie materiałem wyjściowym jest tuleja o przekroju okrągłym i grubości ścianki odpowiadającej pożądanej grubości ścianki tulei kwadratowej, która po umieszczeniu w matrycy jest kształtowana na pusto i po zamknięciu matrycy uzyskiwana jest tuleja o przekroju kwadratowym. Zaletą tego znanego sposobu jest brak konieczności wykonywania łączenia, zaś wsad do profilowania może zostać przygotowany z rury, w szczególności z rury bez szwu. Ten znany sposób ma jednak ograniczenia i nie znajduje zastosowania do wytwarzania większości znanych tulei. Skuteczność tego sposobu zależy w dużej mierze od geometrii profilu, zwłaszcza od wielkości współczynnika cienkościenności, który stanowi stosunek grubości ścianek tulei t do jej wysokości a oraz zależy od stosunku wielkości promienia zaokrąglenia naroży R do grubości ścianki tulei t . Ten znany sposób profilowania tulei lub krótkich rur przebiega prawidłowo jeśli t/a wynosi co najmniej 0,16, natomiast R/t jest równy 2. Zwiększając stosunek wielkości promienia zaokrąglenia naroży R do grubości ścianek tulei t uzyskuje się prawidłowy wyrób przy zastosowaniu nieznacznie mniejszych wartości współczynnika cienkościenności t/a . Przy mniejszych wartościach współczynnika cienkościenności t/a , podczas profilowania poszczególne ścianki boczne tracą stateczność i następuje ich przegięcie w do wewnątrz tulei albo krótkiej rury, co zostało pokazane na pos. IV. Przegięcie to jest tym większe, im mniejsza jest wartość współczynnika cienkościenności i zwiększa się ono wraz ze zmniejszaniem stosunku R/t . Występowanie zjawiska przegięcia stanowi ograniczenie w stosowaniu tego znanego sposobu.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku P.436434 znany jest sposób kształtowania tulei, zwłaszcza cienkościennych, w którym przed umieszczeniem profilu wyjściowego pomiędzy matrycami kształtującymi, ten profil wyjściowy umieszcza się pomiędzy jednownękową matrycą górną i jednownękową matrycą dolną narzędzia do kształtowania tulei posiadającymi na każdej ze ścian wnęki dwa wybrania, z których każde utworzone jest od naroża wnęki do jej środkowej części pod kątem ostrym o wielkości od 3° do 6° , a następnie matryce górną i matrycę dolną przemieszcza się do siebie i kształtuje się profil wstępny, który następnie, po rozsunięciu tych matryc, wyciąga się i ten profil wstępny umieszcza się pomiędzy matrycami kształtującymi. W tym znanym sposobie możliwe jest 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 sposobu formowania tulei kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych, który pozwoli na eliminację przegięcia ścianek tulei do wewnątrz i uzyskanie płaskich ścianek przy współczynniku cienkościenności mniejszym od 0,02.

Sposób formowania tulei kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych, w którym w pierwszym etapie profil wyjściowy o przekroju kołowym umieszczany jest pomiędzy jednownękową matrycą górną i jednownękową matrycą dolną narzędzia do kształtowania tulei, a następnie matryca górną i matryca dolną

przemieszczane są do siebie i kształtowany jest profil wstępny, który następnie, po rozsunięciu tych matryc jest wyciągany, a następnie w drugim etapie profil wstępny jest umieszczany na prasie pomiędzy jednownękową matrycą kształtującą dolną i symetryczną do niej jednownękową matrycą kształtującą górną, których kształty wnęk kształtujących odpowiadają kształtowi wytwarzanej tulei, a następnie te matryce kształtujące przemieszczane są do siebie, profil wstępny jest zamykany pomiędzy nimi i kształtowana jest tuleja, według wynalazku charakteryzuje się tym, że w pierwszym etapie profil wyjściowy umieszcza się pomiędzy jednownękową matrycą dolną i jednownękową matrycą górną posiadającymi na każdej ze ścian wnęk, od jednego naroża wnęki do drugiego naroża tej wnęki, wybranie w kształcie wycinka koła o promieniu o wielkości od 2,8 do 4,8 razy większej od wysokości kształtowanej tulei.

Korzystnie w pierwszym etapie profil wyjściowy umieszcza się pomiędzy jednownękową matrycą dolną i jednownękową matrycą górną posiadającymi na każdej ze ścian wnęk wybranie w kształcie wycinka koła o promieniu o wielkości 3,6 razy większym od wysokości kształtowanej tulei, zaś matryce narzędzia do kształtowania tulei na prasie przemieszcza się dodatkowo o wielkość wprost proporcjonalną do iloczynu różnicy promienia wybrania narzędzia i połowy pierwiastka z różnicy czterokrotności kwadratu promienia wybrania narzędzia i kwadratu wysokości tulei oraz współczynnika zależnego od stosunku grubości ścianki tulei do jej wysokości, zależnego od stosunku promienia zaokrąglenia naroży tulei do grubości jej ścianki oraz zależnego od stosunku promienia wybrania do wysokości tulei.

Zastosowanie narzędzi z wybraniem w kształcie wycinka koła o określonym promieniu wybrania o wielkości od 2,8 do 4,8 razy większej od wysokości tulei na powierzchni roboczej narzędzia do kształtowania wstępnego pozwala na eliminację niekorzystnego zjawiska przeginięcia się ścianek tulei do wewnątrz oraz uzyskania prawidłowego wyrobu przy współczynniku cienkościenności t/a od 0,008 do 0,16. Ten nowy sposób eliminuje więc ograniczenia sposobów znanych ze stanu techniki i dotychczas stosowanych. Takie zastosowanie nowego sposobu formowania tulei kwadratowych pozwala na profilowanie metalowych tulei mających zastosowanie zwłaszcza w budowie przewodów wentylacyjnych lub spalinowych, które często są wykonywane z tulei kwadratowych, które nie mogły być profilowane sposobem kształtowania tulei z kształtowaniem wstępnym, który to sposób był znany dotychczas ze stanu techniki.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym pos. I przedstawia tuleję w przekroju poprzecznym, pos. II – kształtowanie tulei o przekroju kwadratowym poprzez gięcie, pos. III – kształtowanie tulei o przekroju kwadratowym na prasie, pos. IV – tuleję o przekroju kwadratowym z deformacją ścian podczas kształtowania na prasie, fig. 1 – profil wyjściowy umieszczony pomiędzy matrycą dolną a matrycą górną narzędzia do formowania tulei kwadratowych na prasie, fig. 2 – kształtowanie profilu wstępnego pomiędzy matrycami, fig. 3 – profil wstępny umieszczony pomiędzy matrycą kształtującą górną a matrycą kształtującą dolną, fig. 4 – formowanie tulei kwadratowej pomiędzy matrycami kształtującymi, natomiast fig. 5 – wykres zależności współczynnika ψ od współczynnika cienkościenności t/a .

Do stosowania sposobu formowania tulei kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych stosuje się narzędzie do formowania tulei kwadratowych, zwłaszcza tulei cienkościennych, które przeznaczone jest do montażu na prasie i zawiera ono jednownękową matrycę dolną 1 i jednownękową matrycę górną 2, przy czym te matryce 1, 2 są w stosunku do siebie symetryczne. Wnęka 3 matrycy dolnej 1, tak samo jak wnęka 3 matrycy górnej 2, jest V-kształtna. Na każdej ze ścian wnęki 3, od jednego jej naroża do drugiego, jest wybranie 4 w kształcie wycinka koła o promieniu r o wielkości od 2,8 do 4,8 razy większej od wysokości a i szerokości kształtowanej tulei. Powierzchnia czołowa każdej matrycy 1, 2 jest pogłębiona, przez jej przeszlifowanie o wielkość równą połowie wielkości X , która jest wprost proporcjonalna do iloczynu różnicy promienia wybrania 4 narzędzia r i połowy pierwiastka z różnicy czterokrotności kwadratu promienia r wybrania 4 narzędzia i kwadratu wysokości a tulei oraz współczynnika ψ zależnego od stosunku grubości t ścianki tulei do jej wysokości a , zależnego od stosunku promienia R zaokrąglenia naroży tulei do grubości t jej ścianki oraz zależnego od stosunku promienia r wybrania 4 do wysokości a tulei.

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

gdzie:

X – wielkość dodatkowego przemieszczenia matrycy uzyskiwana w wyniku usunięcia materiału z powierzchni czołowych obydwu matryc 1 oraz 2 na głębokość równą połowie wartości tej wielkości,

ψ – współczynnik zależny od stosunku grubości ścianki tulei do jej wysokości t/a , czyli od współczynnika cienkościenności oraz zależny od stosunku promienia zaokrąglenia naroży tulei do grubości jej ścianki R/t oraz stosunku r/a promienia r wybrania 4 narzędzia do wysokości a tulei, przy czym współczynnik ten wyznacza się doświadczalnie lub na podstawie wyników modelowania numerycznego,
 a – wysokość tulei.

Sposób formowania tulei kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych, według wynalazku, w pierwszym przykładzie realizacji, prowadzi się tak, że w celu wykonania tulei o przekroju kwadratowym o wysokości a 25 mm, grubości ścianek t 1,5 mm, zaokrągleniu naroży o promieniu R 3 mm, profil wyjściowy 5 o przekroju okrągłym umieszcza się pomiędzy jednownękową matrycą górną 2 a jednownękową matrycą dolną 1 narzędzia do kształtowania tulei, przy czym na każdej ze ścian wnęki 3 matrycy dolnej 1 i matrycy górnej 2 jest wybranie 4 w kształcie wycinka koła o promieniu r o wielkości 3,6 razy większej od wysokości a kształtowanej tulei. Następnie te matryce 1, 2 przemieszcza się do siebie i kształtuje się profil wstępny 6. Matryce 1, 2 rozsuwa się i wyciąga się profil wstępny 6, który umieszcza się pomiędzy jednownękową matrycą kształtującą dolną 7 i jednownękową matrycą kształtującą górną 8, których kształty wnęk kształtujących 9 odpowiadają kształtowi tulei, zaś długość ściany wnęki kształtującej 9 jest równa wysokości a 25 mm wytwarzanej tulei. Następnie matryce kształtujące 7, 8 przemieszcza się do siebie, profil wstępny 6 zamyka się kształtuje się pożądaną tuleję.

Sposób kształtowania tulei, zwłaszcza cienkościennych, według wynalazku, w drugim przykładzie realizacji, taki jak w przykładzie pierwszym, z tym, że 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 zależności t/a

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

Po czym oblicza się wartość parametru R/t

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

Kolejno określa się wartość promienia wybrania 4 wnęki 3

$$r = 3,6a$$

Następnie określa się wartość współczynnika ψ . Początkowo sporządza się wykres zależności współczynnika ψ od współczynnika cienkościenności t/a , pokazany na fig. 5, 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 kształtowania tulei 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 zagłębienia X , aż do momentu określenia wartości X przy której ściany tulei nie ulegają przegięciu W podczas kształtowania. Następnie oblicza się wartość współczynnika ψ dla poszczególnych współczynników cienkościenności i sporządza się wykres zależności współczynnika ψ od współczynnika cienkościenności t/a . 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 $\psi = 1,5$.

Dalej oblicza się wartość dodatkowego przemieszczenia się matryc narzędzia 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 matryce 1, 2 przemieszcza się do siebie dodatkowo o 1,31 mm.

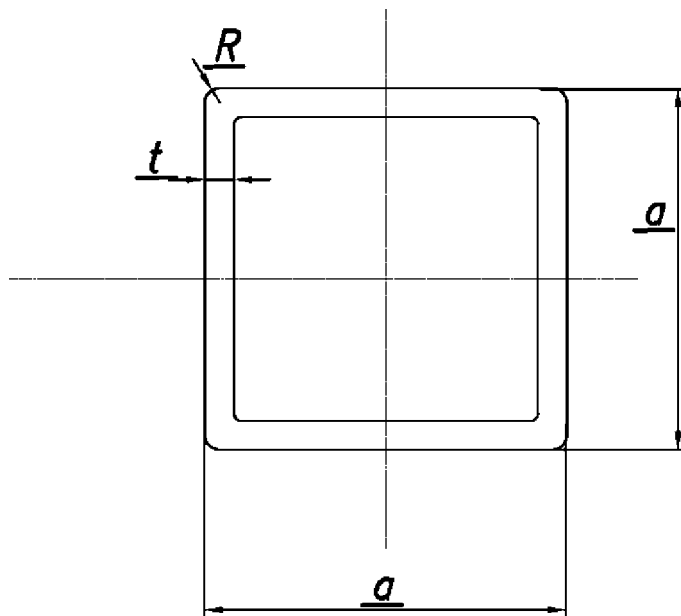
Wykaz oznaczeń rysunkowych

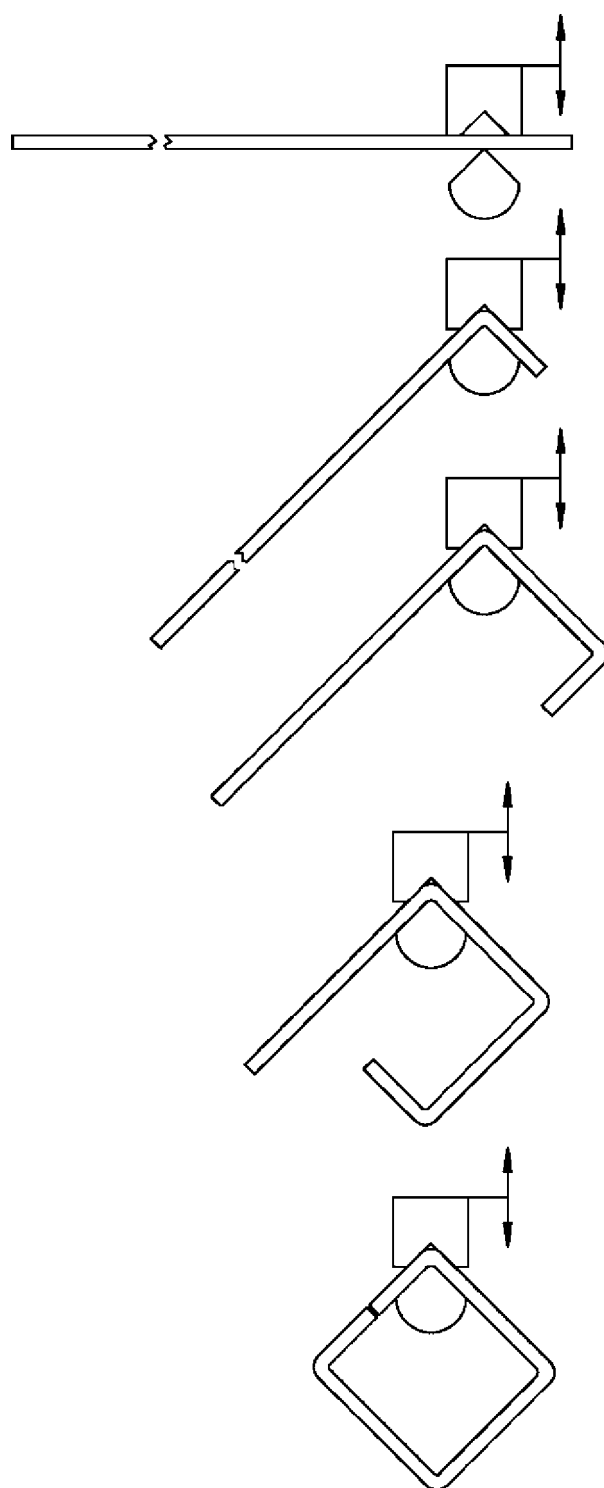
- 1 – matryca dolna
- 2 – matryca górna
- 3 – wnęka
- 4 – wybranie
- 5 – profil wyjściowy
- 6 – profil wstępny
- 7 – matryca kształtująca dolna
- 8 – matryca kształtująca górna
- 9 – wnęka kształtująca
- r – promień wybrania
- t – grubość ścianki tulei
- a – wysokość tulei
- R – promień zaokrąglenia naroży

Zastrzeżenia patentowe

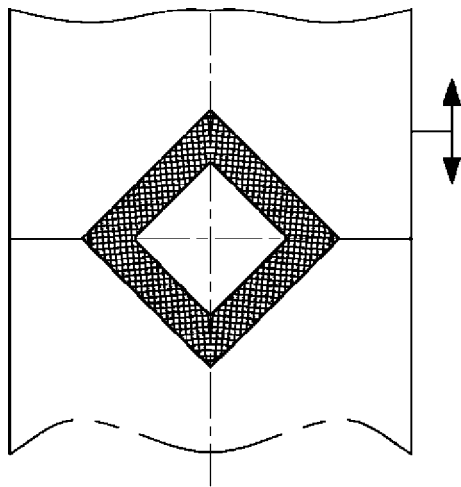
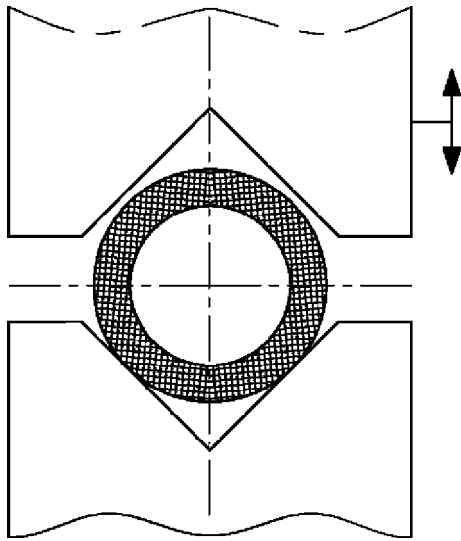
1. Sposób formowania tulei kwadratowych, zwłaszcza cienkościennych, w którym w pierwszym etapie profil wyjściowy o przekroju kołowym umieszczany jest pomiędzy jednownękową matrycą górną i jednownękową matrycą dolną narzędzia do kształtowania tulei, a następnie matryca górna i matryca dolna przemieszczane są do siebie i kształtowany jest profil wstępny, który następnie, po rozsunięciu tych matryc jest wyciągany, a następnie w drugim etapie profil wstępny jest umieszczany na prasie pomiędzy jednownękową matrycą kształtującą dolną i symetryczną do niej jednownękową matrycą kształtującą górną, których kształty wnęk kształtujących odpowiadają kształtowi wytwarzanej tulei, a następnie te matryce kształtujące przemieszczane są do siebie, profil wstępny jest zamykany pomiędzy nimi i kształtowana jest tuleja, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie profil wyjściowy umieszcza się pomiędzy jednownękową matrycą dolną (1) i jednownękową matrycą górną (2) posiadającymi na każdej ze ścian wnęk (3), od jednego naroża wnęki (3) do drugiego naroża tej wnęki (3), wybranie (4) w kształcie wycinka koła o promieniu (r) o wielkości od 2,8 do 4,8 razy większej od wysokości (a) kształtowanej tulei.
2. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie profil wyjściowy umieszcza się pomiędzy jednownękową matrycą dolną (1) i jednownękową matrycą górną (2) posiadającymi na każdej ze ścian wnęk (3) wybranie (4) w kształcie wycinka koła o promieniu (r) o wielkości 3,6 razy większym od wysokości (a) kształtowanej tulei.
3. Sposób, według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że matryce (1, 2) narzędzia do kształtowania tulei na prasie przemieszcza się dodatkowo o wielkość wprost proporcjonalną do iloczynu różnicy promienia (r) wybrania (4) narzędzia i połowy pierwiastka z różnicy czterokrotności kwadratu promienia (r) wybrania (4) narzędzia i kwadratu wysokości (a) tulei oraz współczynnika (ψ) zależnego od stosunku grubości (t) ścianki tulei do jej wysokości (a), zależnego od stosunku promienia (R) zaokrąglenia naroży tulei do grubości (t) jej ścianki oraz zależnego od stosunku promienia (r) wybrania (4) do wysokości (a) tulei.

Rysunki

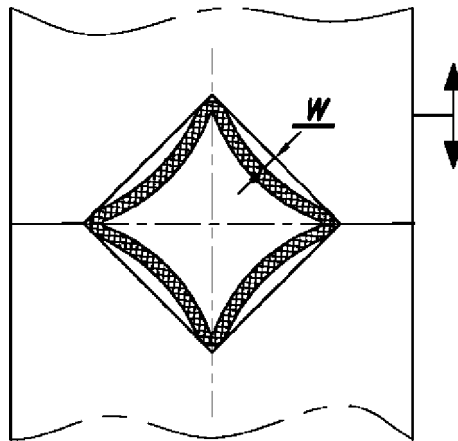
*Pos. 1*



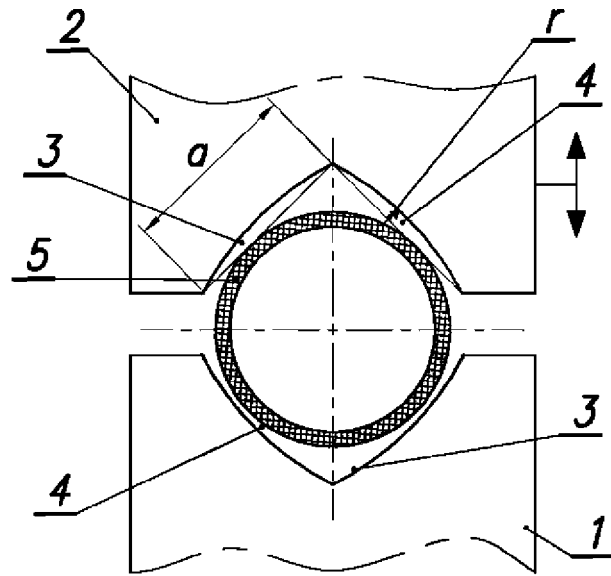
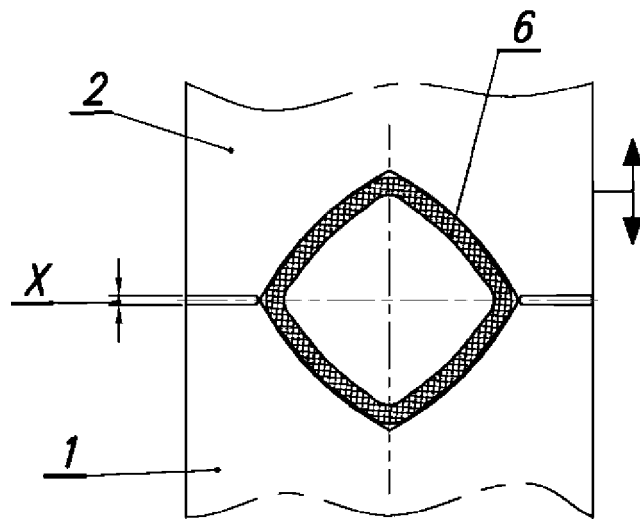
Pos. II

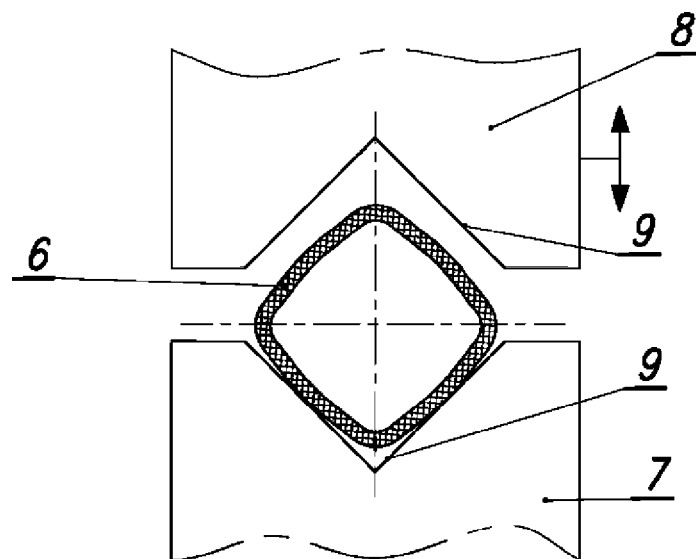
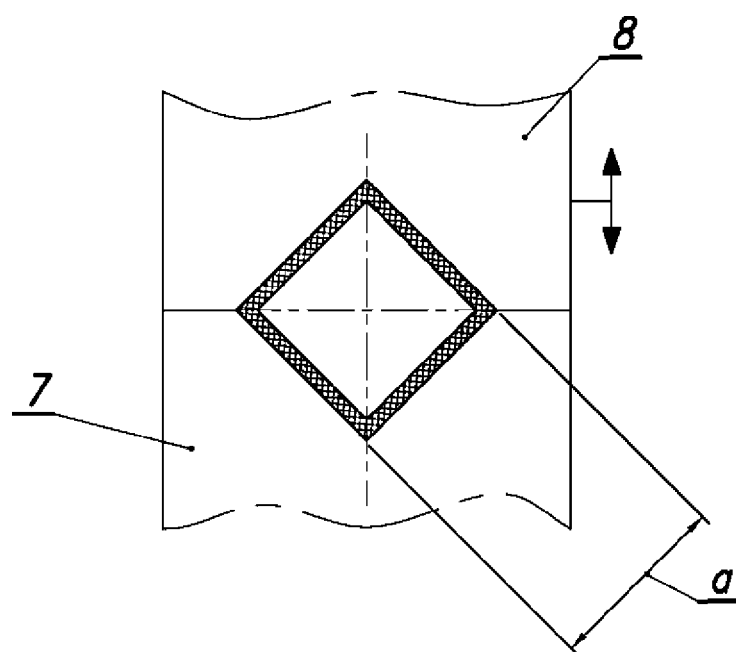


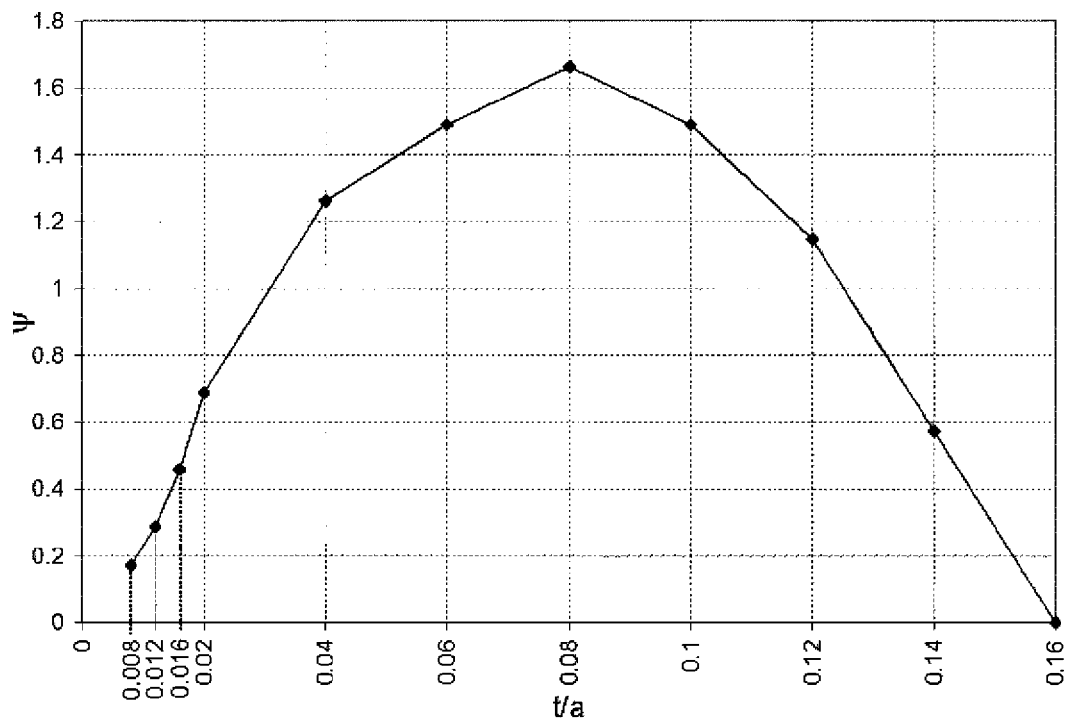
Pos. III



Pos. IV

*Fig. 1**Fig. 2*

*Fig. 3**Fig. 4*

*Fig. 5*