

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246957 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442764**

(22) Data zgłoszenia: **2022.11.09**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.05.13 BUP 20/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.04.07 WUP 14/2025**

(51) MKP:

B21D 22/02 (2006.01)

B21D 22/16 (2006.01)

B21D 31/00 (2006.01)

B21D 37/18 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

TOMASZ TRZEPIECIŃSKI, Bratkowice, PL
MARCIN SZPUNAR, Dąbrówki, PL

(74) Pełnomocnik:

rzech. pat. Ilona Szuba, Rzeszów, PL

(54) Tytuł:

Narzędzie do kształtowania przyrostowego blach

PL 246957 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest narzędzie trzpieniowe do kształtowania przyrostowego blach.

Tradycyjne sposoby kształtowania blach realizowane są zwykle w warunkach obróbki plastycznej na zimno za pomocą narzędzi nazywanych tłocznikami, których kształt dostosowany jest do kształtu wyrobu. Podczas tłoczenia dochodzi do odkształcenia blachy w wyniku przekroczenia granicy plastyczności jej materiału. Alternatywnym sposobem kształtowania blach, nie wymagającym matrycy, jest kształtowanie przyrostowe, w którym narzędziem jest obracający się trzpień o zaokrąglonym kształcie końcówki roboczej. Narzędzie, podczas obróbki, może obracać się swobodnie lub z wymuszonym ruchem obrotowym. Znane, ze stosowania, są również procesy wytwarzania, w których trzpień nie wykonuje ruchu obrotowego, zaś narzędzie przemieszcza się wzdłuż zaprogramowanej trajektorii o praktycznie dowolnym kształcie, stopniowo odkształcając materiał w postaci blachy. Technika kształtowania przyrostowego jest jedną z najbardziej elastycznych metod obróbki plastycznej w zakresie zmiany parametrów obróbki oraz kształtu formowanego elementu.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku US3342051A znany jest sposób kształtowania przyrostowego oraz narzędzie wykorzystywane w tym sposobie. To znane narzędzie ma postać rolki lub trzpienia i przeznaczone jest ono do lokalnego, stopniowego wywierania odkształceń plastycznych blachy umieszczonej w przyrządzie, który zapewnia obwodowe zamocowanie brzegu blachy.

Wraz z upowszechnieniem obrabiarek sterowanych numerycznie, głównie frezarek, opracowano wiele odmian kształtowania przyrostowego, zwłaszcza z wykorzystaniem przeciwnarzędzia oraz ze zrobotyzowanym napędem głowicy narzędziowej. W opisie zgłoszeniowym wynalazku US20090158805A1 ujawniono natomiast asymetryczny przyrostowy sposób formowania przyrostowego półfabrykatu w postaci arkusza blachy. W tym znanym sposobie wykorzystywany jest lokalny układ ogrzewania, który jest zsynchronizowany z ruchem kuliście zakończonego narzędzia formującego.

W opisie zgłoszeniowym wynalazku US20060272378A1 znany jest sposób i aparat do formowania blachy, w którym zastosowano przeciwnarzędzie o kształcie wyrobu, które w trakcie kształtowania dociskane jest do blachy i położone po jej przeciwnej stronie kuliście zakończonego trzpienia. W ten sposób zwiększono siłę docisku blachy do trzpienia. To znane rozwiązanie umożliwia zmniejszenie sprężystych odkształceń wyrobu po jego wyjęciu z narzędzia, które są jednym z podstawowych problemów występujących podczas kształtowania przyrostowego blach.

Z opisu patentowego EP2559499B1 znane jest urządzenie do formowania przyrostowego blach w podwyższonej temperaturze, które składa się z ramy zawierającej elementy do pozycjonowania arkusza, komorę izolowaną termicznie umieszczoną w ramie oraz elementy grzewcze, w szczególności lampę halogenową lub lampę na podczerwień. Podczas formowania blachy, sposobem z wykorzystaniem tego urządzenia, jest ona podgrzewana z przeciwnej strony do położenia narzędzia trzpieniowego. Natomiast z opisu patentowego US6532786B1 znany jest sposób formowania arkusza blachy, w którym wyrób kształtowany jest przez odwzorowanie pozytywowej formy za pomocą kuliście zakończonego trzpienia przemieszczającego się po zaprogramowanej trajektorii.

W opisie zgłoszeniowym wynalazku US20160136714A1 zostało ujawnione trzpieniowe narzędzie do przyrostowego formowania arkusza materiału, które składa się z końcówki formującej, trzonu i łącznika pośredniczącego umieszczonego pomiędzy końcówką formującą a trzonem. Końcówka formująca może mieć różny kształt, ułatwiający kształtowanie zagłębień oraz przetłoczeń o utrudnionym dostępie dla klasycznego kuliście zakończonego narzędzia.

Formowanie przyrostowe może być prowadzone zarówno w temperaturze otoczenia, jak również w podwyższonej temperaturze. Zwiększenie temperatury blachy korzystne jest podczas kształtowania trudno odkształcalnych stopów metali. Zwiększenie temperatury blachy korzystnie wpływa na obniżenie granicy plastyczności jej materiału.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku CN103317007A znana jest samonagrzewająca się głowica narzędziowa do formowania przyrostowego, która składa się z pręta zaciskowego, kuliście zakończonej końcówki formującej, pręta grzejnego z termoparą, przyrządu do regulacji temperatury i płyty termoizolacyjnej. Wymienna końcówka formująca połączona jest z prętem zaciskowym za pomocą połączenia gwintowego. To znane urządzenie umożliwia podgrzewanie kontaktowe blachy ułatwiając w ten sposób jej kształtowanie.

Ze względu na lokalny kontakt trzpieniowego narzędzia z blachą i wynikające z takiego charakteru pracy duże naciski jednostkowe, konieczne jest stosowanie substancji smarnych obniżających opory tarcia. Smary stosowane w technologii kształtowania przyrostowego są w zasadzie tożsame

ze smarami używanymi podczas konwencjonalnego kształtowania matrycowego. Znane narzędzia formujące posiadają końcówkę w kształcie kulistym z gładką powierzchnią roboczą. Ze względu na powierzchniowy kontakt narzędzia z formowaną blachą, rozwiązanie takie powoduje wyciskanie smaru z przestrzeni roboczej.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego narzędzia do kształtowania przyrostowego blach, które zniweluje problem wyciskania smaru z przestrzeni roboczej podczas formowania blachy.

Narzędzie do kształtowania przyrostowego blach zawierające trzpień z kulistą końcówką roboczą na jednym jego końcu, według wynalazku charakteryzuje się tym, że na końcówce roboczej jest co najmniej jedno wgłębienie, które poprowadzone jest od wierzchołka tej końcówki roboczej w stronę trzpienia, a ponadto ma ono zmienną krzywiznę, zmienną szerokość i zmienną głębokość.

Korzystnie wgłębienie jest o zarysie krzywoliniowym lewoskrętnym albo jest o zarysie krzywoliniowym prawoskrętnym, przy czym promień zewnętrzny oraz promień wewnętrzny krawędzi wybrania mają wartość zmienną, która mieści się w przedziale od wartości 0 w pobliżu wierzchołka końcówki roboczej do wartości równej połowie szerokości tego wgłębienia mierzonej w połowie wysokości końcówki roboczej.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeżeli wgłębienia na końcówce roboczej rozmieszczone są równomiernie względem osi trzpienia, a ponadto szerokość wgłębienia w pobliżu wierzchołka końcówki roboczej ma wartość 0, zaś w połowie wysokości końcówki roboczej ma wartość maksymalną równą grubości blachy do obróbki której jest ono przeznaczone, a ponadto głębokość w pobliżu wierzchołka końcówki roboczej ma wartość 0, zaś w połowie wysokości końcówki roboczej ma wartość równą połowie szerokości tego wgłębienia mierzonej w połowie wysokości końcówki roboczej.

Następne korzyści uzyskuje się, jeśli wewnątrz trzpienia jest współosiowy do niego kanał główny, który poprowadzony jest do co najwyżej połowy wysokości końcówki roboczej, zaś wewnątrz końcówki roboczej jest co najmniej jeden kanał pośredni, który poprowadzony jest od wgłębienia i połączony jest z kanałem głównym.

Nowe narzędzie do kształtowania przyrostowego blach, według wynalazku, ma na końcu części trzpieniowej, kulistą końcówkę roboczą z ukształtowanymi na jej powierzchni wgłębieniami o krzywoliniowych zarysach, które zorientowane są odpowiednio do kierunku obrotów narzędzia i kierunku posuwu. To nowe narzędzie znajduje zastosowanie, zwłaszcza, w procesach formowania przyrostowego, w których występuje duża powierzchnia kontaktu narzędzia z blachą, a więc podczas kształtowania wyrobów o stosunkowo małej średnicy w stosunku do średnicy końcówki narzędzia oraz szczególnie z dużym kątem zarysu, zbliżonym lub równym 90° . Podczas formowania przyrostowego blacha podlega odkształceniom sprężystym, przez co rzeczywista powierzchnia kontaktu jest większa od tej wynikającej z warunków geometrycznych kontaktu powierzchni sferycznej z zaokrągloną powierzchnią wewnętrzną wytłoczki. Zastosowanie tego nowego narzędzia do kształtowania przyrostowego ogranicza wyciskanie smaru z powierzchni roboczej, zaś przy zastosowaniu tego nowego narzędzia z kanałem głównym i co najmniej jednym kanałem pośrednim pozwala na dostarczenie smaru albo cieczy chłodząco-smarującej przy jego stosowaniu do kształtowania wytłoczek w układzie pozytywowym, gdy nie jest możliwe zapewnienie ciągłej obecności smaru w obszarze obróbki.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia narzędzie do kształtowania przyrostowego blach w pierwszym wariantcie wykonania w widoku z boku, fig. 2 – to samo narzędzie w przekroju wzdłuż linii A-A pokazanej na fig. 1, fig. 3 – narzędzie do kształtowania przyrostowego w pierwszym wariantcie wykonania o lewoskrętnej orientacji w widoku z boku podczas kształtowania negatywowego wytłoczek, fig. 4 – to samo narzędzie w widoku z góry podczas kształtowania negatywowego wytłoczek, fig. 5 – narzędzie do kształtowania przyrostowego blach w drugim wariantcie wykonania w widoku z boku, fig. 6 – to samo narzędzie w przekroju wzdłuż linii B-B pokazanej na fig. 5, natomiast fig. 7 – narzędzie do kształtowania przyrostowego w drugim wariantcie wykonania o lewoskrętnej orientacji w widoku z boku podczas kształtowania pozytywowego wytłoczek.

Narzędzie do kształtowania przyrostowego blach, w pierwszym przykładzie wykonania, zawiera trzpień 1, który na jednym swoim końcu ma kulistą końcówkę roboczą 2, na której powierzchni zewnętrznej jest wgłębienie 3, które poprowadzone jest od wierzchołka 4 tej końcówki roboczej 2 w stronę trzpienia 1. Wgłębienie 3 ma zarys krzywoliniowy lewoskrętny, który dostosowany jest do kierunku ruchu obrotowego narzędzia i kierunku posuwu. Promień r_z zewnętrzny jego krawędzi, po stronie natarcia względem kierunku obrotowego, ma wartość zmienną, przy czym w pobliżu wierzchołka 4 końcówki roboczej 2 ma on wartość 0, zaś w połowie wysokości h_z końcówki roboczej 2 ma on wielkość

równą połowie szerokości w_z tego wgłębienia 3. Promień wewnętrzny r_w krawędzi wgłębienia 3, po stronie spływu materiału obrabianego względem kierunku obrotowego narzędzia, ma wartość 0, zaś w połowie wysokości h_z końcówki roboczej 2 ma on wielkość równą połowie szerokości w_z tego wgłębienia 3. Szerokość w_z tego wgłębienia 3, w pobliżu wierzchołka 4 końcówki roboczej 2, ma wartość 0, zaś w połowie wysokości h_z tej końcówki roboczej 2 ma wartość maksymalną, która równa jest grubości blachy 5, do obróbki której to nowe narzędzie jest przeznaczone. Głębokość g_z wgłębienia 3, w pobliżu wierzchołka 4 końcówki roboczej 2 ma wielkość o wartości 0, zaś w połowie wysokości h_z końcówki roboczej 2 ma wartość równą połowie szerokości w_z tego wgłębienia 3 mierzonej w połowie wysokości h_z tej końcówki roboczej 2. Takie ukształtowanie wgłębień 3 sprawia, że blacha 5 nie ulega odkształceniom, które wynikałyby z nieciągłego zarysu kulistej końcówki roboczej 2. Kierunek krzywoliniowego zakrzywienia zarysu wgłębienia 3 jest ściśle związany z kierunkiem obrotowym n trzpienia 1 względem kierunku ruchu posuwistego f . Orientacja dolnego końca krzywoliniowego wgłębienia 3, w kierunku zgodnym z kierunkiem obrotowego narzędzia do kształtowania przyrostowego blach, zapewnia unoszenie smaru 6 do wyżej położonych stref kulistej końcówki roboczej 2 w wyniku jego wyciskania ze strefy obróbki. Wgłębienie 3 zapewnia odpowiednie rozprowadzenie smaru 6, w szczególności smaru 6 stałego, podczas kształtowania negatywowego wytłoczek, zwłaszcza w strefach wytłoczki o małym promieniu zarysu r_s . Korzystnie jeśli prędkość obwodowa narzędzia do kształtowania przyrostowego blach jest równa prędkości ruchu posuwistego f tego narzędzia co zapewnia obtaczanie jego końcówki roboczej 2 po powierzchni obrabianej blachy 5.

Narzędzie do kształtowania przyrostowego blach w drugim przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie pierwszym z tym, że na powierzchni końcówki roboczej 2 są trzy wgłębienia 3 o lewoskrętnym zarysie, które rozmieszczone są co 120° względem osi obrotu trzpienia.

Narzędzie do kształtowania przyrostowego blach w trzecim przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie drugim z tym, że wgłębienia 3 mają zarys prawoskrętny, który dostosowany jest do kierunku ruchu obrotowego narzędzia i kierunku posuwu.

Narzędzie do kształtowania przyrostowego blach w czwartym przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie pierwszym z tym, że wewnątrz trzpienia 1 jest współosiowy do niego kanał główny 7, który poprowadzony jest do połowy wysokości h_z końcówki roboczej 2, wewnątrz której jest kanał pośredni 8, który poprowadzony jest promieniście od wgłębienia 3 i połączony jest z kanałem głównym 7. Narzędzie przeznaczone jest do kształtowania wytłoczek w układzie pozytywowym, gdy nie jest możliwe zapewnienie ciągłej obecności cieczy chłodząco-smarującej w obszarze obróbki, zaś kanałem głównym 7 i kanałem pośrednim 8 dostarczana jest ciecz chłodząco-smarująca.

Narzędzie do kształtowania przyrostowego blach w piątym przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie czwartym z tym, że wgłębienia 3 są cztery i są one rozmieszczone na powierzchni końcówki roboczej 2 co 90° , zaś wewnątrz trzpienia 1 jest współosiowy do niego kanał główny 7, który poprowadzony jest do połowy wysokości h_z końcówki roboczej 2, wewnątrz której są trzy kanały pośrednie 8, które poprowadzone są promieniście od wgłębień 3 i połączone są one z kanałem głównym 7. Narzędzie przeznaczone jest do kształtowania wytłoczek w układzie pozytywowym, gdy nie jest możliwe zapewnienie ciągłej obecności smaru 6 w obszarze obróbki, zaś kanałem głównym 7 i kanałem pośrednim 8 dostarczany jest smar 6, który rozprowadzany jest w strefie obróbki za pomocą wgłębień 3.

Zastrzeżenia patentowe

1. Narzędzie do kształtowania przyrostowego blach zawierające trzpień z kulistą końcówką roboczą na jednym jego końcu, **znamiennie tym**, że na końcówce roboczej (2) jest co najmniej jedno wgłębienie (3), które poprowadzone jest od wierzchołka (4) tej końcówki roboczej (2) w stronę trzpienia (1), a ponadto ma ono zmienną krzywiznę, zmienną szerokość (w_z) i zmienną głębokość (g_z).
2. Narzędzie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że wgłębienie (3) jest o zarysie krzywoliniowym lewoskrętnym.
3. Narzędzie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że wgłębienie (3) jest o zarysie krzywoliniowym prawoskrętnym.
4. Narzędzie według zastrz. 2 albo 3, **znamiennie tym**, że promień zewnętrzny (r_z) oraz promień wewnętrzny (r_w) krawędzi wybrania mają wartość zmienną, która mieści się w przedzia-

- le od wartości 0 w pobliżu wierzchołka (4) końcówki roboczej (2) do wartości równej połowie szerokości (w_z) tego wgłębienia (3) mierzonej w połowie wysokości (h_z) końcówki roboczej (2).
5. Narzędzie według jednego z zastrz. od 1 do 4, **znamiennie tym**, że wgłębienia (3) na końcówce roboczej (2) rozmieszczone są równomiernie względem osi trzpienia (1).
 6. Narzędzie według jednego z zastrz. od 1 do 5, **znamiennie tym**, że szerokość wgłębienia (3) w pobliżu wierzchołka (4) końcówki roboczej (2) ma wartość 0, zaś w połowie wysokości (h_z) końcówki roboczej (2) ma wartość maksymalną równą grubości blachy (5) do obróbki której jest ono przeznaczone, a ponadto głębokość (g_z) w pobliżu wierzchołka (4) końcówki roboczej (2) ma wartość 0, zaś w połowie wysokości (h_z) końcówki roboczej (2) ma wartość równą połowie szerokości (w_z) tego wgłębienia (3) mierzonej w połowie wysokości (h_z) końcówki roboczej (2).
 7. Narzędzie według jednego z zastrz. od 1 do 6, **znamiennie tym**, że wewnątrz trzpienia (1) jest współosiowy do niego kanał główny (7), który poprowadzony jest do co najwyżej połowy wysokości (h_z) końcówki roboczej (2), zaś wewnątrz końcówki roboczej (2) jest co najmniej jeden kanał pośredni (8), który poprowadzony jest od wgłębienia (3) i połączony jest z kanałem głównym (7).

Rysunki

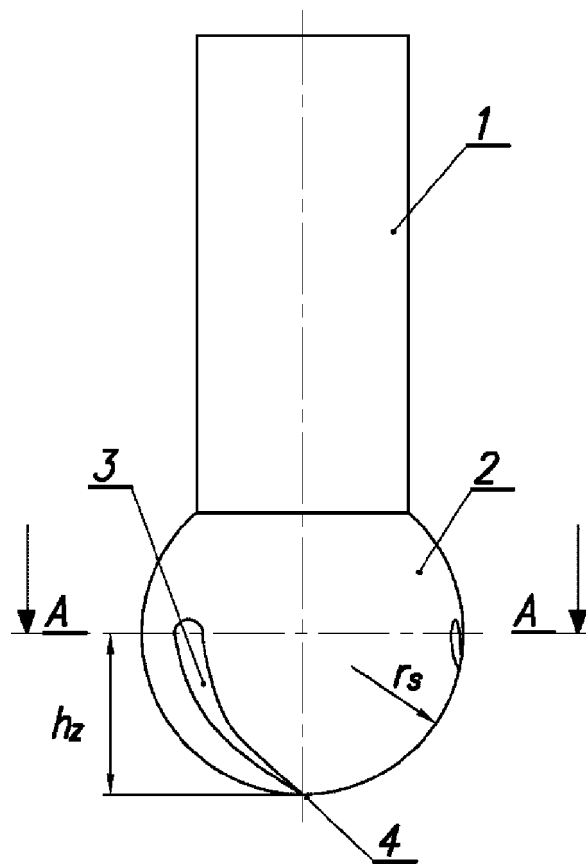


Fig. 1

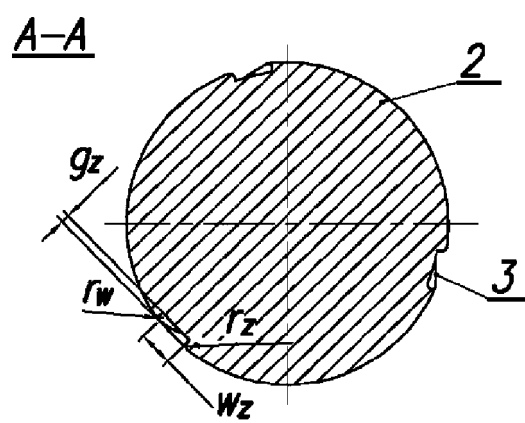


Fig. 2

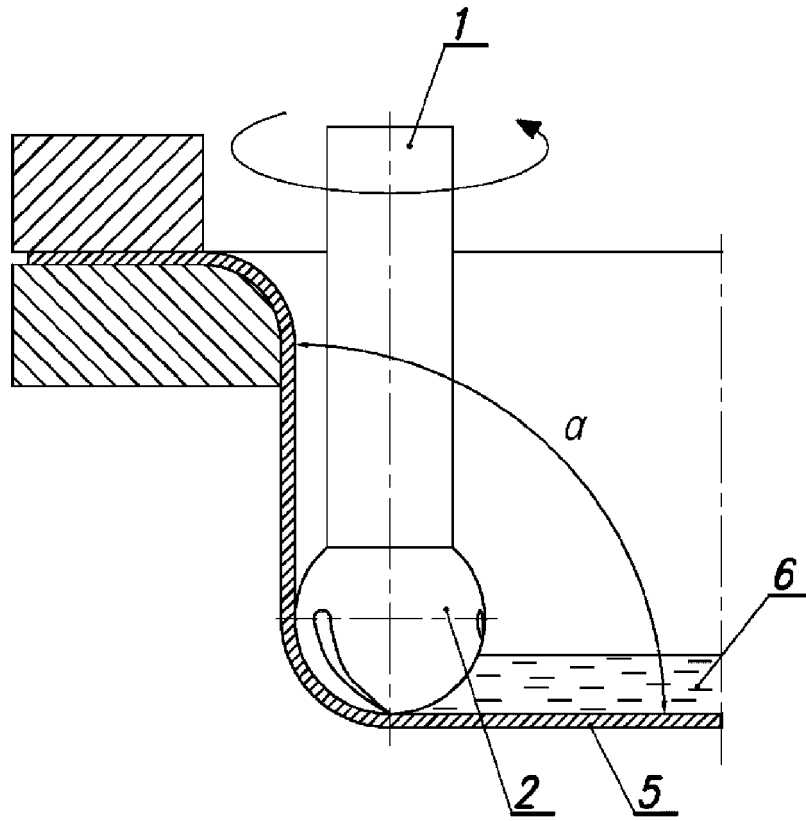


Fig. 3

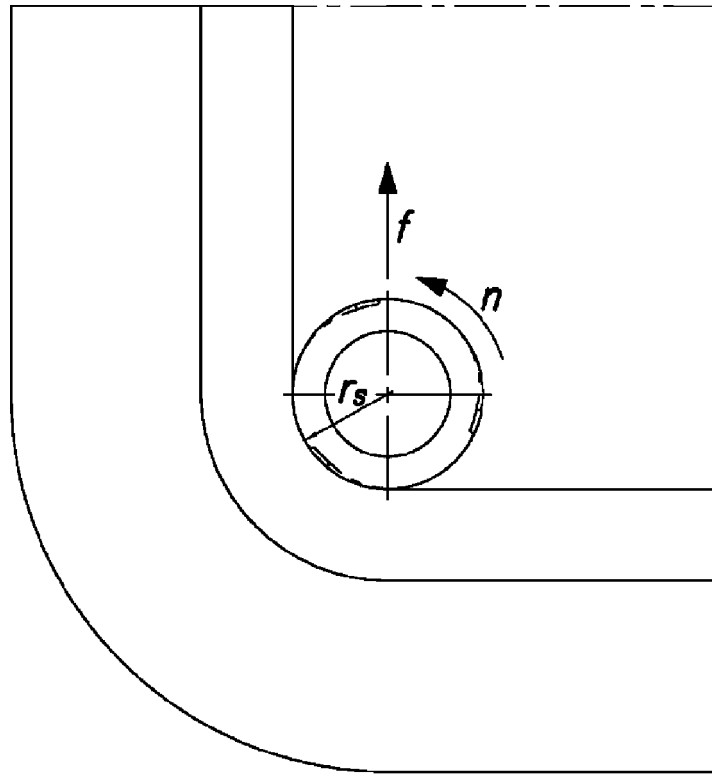


Fig. 4

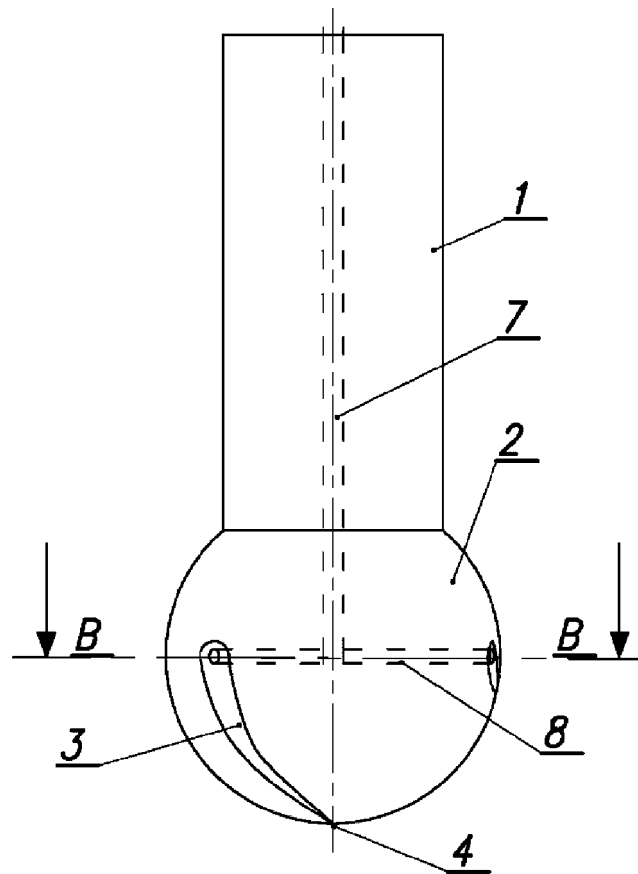


Fig. 5

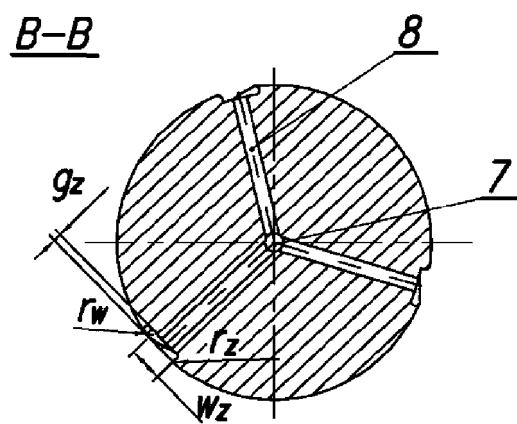


Fig. 6

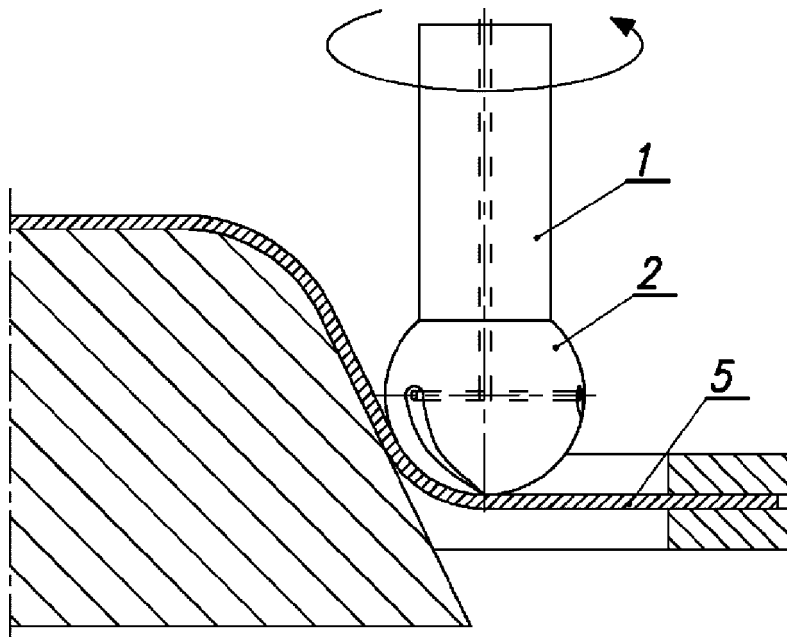


Fig. 7