

B23B 31/107 (2006.01)
B23D 77/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2019-773
(22) Přihlášeno: 13.12.2019
(40) Zveřejněno: 20.01.2021
(Věstník č. 3/2021)
(47) Uděleno: 10.12.2020
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 20.01.2021
(Věstník č. 3/2021)

(56) Relevantní dokumenty:
WO 2004113001 A1; US 2017000499 A1; US 3999769 A; WO 2019210897 A1.

(73) Majitel patentu:
FINAL Tools a.s., Brno, Slatina, CZ
(72) Původce:
Stanislav Fiala, Brno, Líšeň, CZ
(74) Zástupce:
Kania, Sedlák, Smola, s.r.o., Mendlovo náměstí
907/1a, 603 00 Brno, Staré Brno

(54) Název vynálezu:
Nástrojová jednotka pro vystružování velmi přesných děr

(57) Anotace:
Nástrojová jednotka pro vystružování velmi přesných děr obsahuje upínací těleso opatřené upínací válcovou dutinou pro upevnění stopky nástroje, kdy stopkou prochází hlavní kanál pro chladicí kapalinu, přičemž na upínací stopce (5) nástroje (6) jsou provedeny dvě protilehlé příčné drážky (23), do kterých jsou zasunuta ramena (27) unášecího prvku (11) ve tvaru podkovy vytvořené vnitřním středovým vybráním (22) a to svými bočními plochami. Na spodním čele (15) upínacího tělesa (1) je provedena příčná drážka (21), do které zapadají čelní výstupky (20) vytvořené na horní ploše unášecího prvku (11), přičemž ke spodní ploše unášecího prvku (11) doléhá upínací matice (16) našroubovaná na upínací těleso (1). V horní části (14) upínací válcové dutiny (4) doléhá na čelo (26) válcové stopky (5) vystružovacího nástroje (6) odpružený vymezovací čep (12), zajištěný převlečnou maticí (19), nad kterým je uspořádán pružný prvek (7), vymezující axiální vůli vystružovacího nástroje (6), shora se opírající o osazení v dutině upínacího tělesa (1). Hlavní kanál (8) pro vedení chladicího média je uspořádán pro tlak 4 až 10 MPa, a z něj se rozvádí chladicí tlakové médium do navazujícího středového kanálu (9), který vyúsťuje v řezné části (17) nástroje (6) a dále do příčného kanálu (10), vyúsťujícího do mezikružní dutiny (18) mezi stopkou (5) a dutinou (4) upínacího tělesa (1) a odtud dále do válcové dutiny (4).



Nástrojová jednotka pro vystružování velmi přesných děr

Oblast techniky

Vynález se týká nové konstrukce nástrojové jednotky pro CNC obráběcí stroje, obsahující pracovní nástroj a upínací těleso, určené pro vystružování velmi přesných děr zejména od průměru 3 až 32 mm a hloubek do 120 mm od stupně přesnosti IT5, která umožňuje při vystružování kyvný (plovoucí) pohyb pracovního nástroje v radiální volnosti, v řádově tisícinách mm.

Dosavadní stav techniky

V současné době známé nástroje a koncepce obrábění uplatňované na moderních automatizovaných CNC strojích nezaručují v mnoha případech reprodukovatelnou přesnost výroby obrobků, ve kterých se vyžaduje obrobit velmi přesné díry se stupněm přesnosti IT5 až IT6 zejména od $\varnothing$ 3 až 32 mm, hloubkou do 120 mm, kvalitou povrchu od $R_a = 0,6 \mu\text{m}$, s vysokou tvarovou a polohovou přesností, především v hydraulických komponentech leteckého a automobilového průmyslu.

Toto vše vede v některých případech k velkým výrobním ztrátám důsledkem prostojů velmi drahých multifunkčních robotizovaných obráběcích strojů a také k velkému podílu zmetkovitosti.

Aby se dosáhlo požadovaných přesností musí se v některých případech z důvodu výše uvedených problémů dokončovat obrábění děr abrazivním způsobem, tj. např. honováním nebo broušením na dalších pracovištích na úkor několikanásobně vyšších výrobních nákladů.

Jeden z velkých vlivů na uvedené problémy mají nástrojové jednotky sestávající se z výměnného pracovního nástroje a upínače, který je propojujícím členem pro spojení pracovního nástroje s vřetenem obráběcího stroje.

Zejména se jedná o upínače pro osové nástroje s válcovou upínací stopkou, které musí splňovat tyto základní požadavky:

- Dostatečný přenos krouticího momentu ze stroje na nástroj,
- Spolehlivou reprodukovatelnost vysoce přesného středění nástroje vůči ose rotace vřetene stroje,
- Dostatečnou výkyvnou pružnost a tuhost upnutého pracovního nástroje ve vřetenu stroje,
- Dodatečný přívod pracovní kapaliny k řezné části pracovního nástroje,
- Dostatečná statická a dynamická vyváženost nástrojové jednotky,
- Vysoká životnost upínače.

Současně používané známé upínače pracovních nástrojů s válcovou upínací stopkou a jejich výhody a nevýhody:

- Upínače Weldon a Whistle Notch

Jedná se o nejjednodušší, a tedy cenově nejdostupnější upínače. Slouží k upnutí nástrojů s válcovou stopkou opatřenou odpovídající boční plochou. Upínače Weldon používají k upnutí jeden nebo dva šrouby kolmé k ose nástroje, upínače Whistle Notch jeden nebo dva šrouby skloněné o 2° . Aby byla potlačena excentricita vlivem jednostranného působení upínací síly, je vnitřní průměr upínače broušen s přesností H4 a současně je vyžadováno používání nástrojů s přesnou stopkou h6. Nevýhoda těchto jednoduchých mechanických upínačů spočívá však v relativní hodnotě nevyváženosti. Nerovnoměrné rozložení hmotnosti je dáno principem upínání radiálním šroubem. Radiální šroub pak zase s výhodou udržuje nástroj ve správné poloze a zabraňuje vytažení nástroje z upínače či jeho prokluzu v upnutí.

- Kleštinové upínače

Kleštinové upínače patří do skupiny upínačů na mechanickém způsobu upnutí nástroje. Princip kleštinových upínačů spočívá v zatlačování kleštiny (výměnné vložky) do kuželové dutiny upínače pomocí převlečné matice. Kleština je po obvodu opatřena zářezy, které umožní její malou pružnou deformaci a tím upnutí nástroje. Během dlouhodobého používání kleštinových upínačů bylo dosaženo jejich maximální technické dokonalosti. Přesto jsou v dnešní době často nahrazovány jinými způsoby upnutí, a to z důvodu nižší upínací síly a horším hodnotám axiálního a radiálního házení. Rozsah upnutí každé vložky bývá 0,5 až 1 mm. K upínání je tedy nutno opatřit si kleštiny potřebných průměrů, případně celou sadu kleštin (např. 2 až 25 mm). Výhodou je možnost upínání libovolných průměrů (v rámci rozsahu), tedy levnějších nástrojů. Nevýhodou je velmi nespolehlivá reprodukovatelnost přesného středění nástroje při jeho výměně v upínáči.

- Hydraulické upínače

Tyto upínače pracují na principu deformace tenké vnitřní stěny upínací dutiny tlakem hydraulického média. Hydraulické upínače je možné rozdělit na dvě skupiny. Dělí se podle způsobu vyvození upínací síly.

Nevýhody – poměrně malá životnost hydraulického mechanismu, z toho plynou vysoké výrobní náklady zejména u velkosériových výrob.

- Tepelné upínače

Tepelná upínací pouzdra jsou vyrobena ze speciálních materiálů a pracují na principu tepelné dilatace materiálu. Ohřev pouzdra upínače umožní vsunutí nástroje a po zchlazení je dosaženo velmi dokonalého a tuhého upnutí. Pro vyjmutí nástroje je třeba opět upínač ohřát. K ohřevu je nutno používat speciální přístroje obvykle fungující na principu indukčního ohřevu a dále je nutné rychlé vzduchové zchlazení. Ohřev upínacího pouzdra na teplotu kolem 250 až 350 °C se pohybuje v řádu několika sekund. Při této teplotě nedochází k žádným strukturním změnám materiálu a je důležité, aby nedošlo k ohřevu na vyšší teplotu. Při teplotě kolem 500 °C může dojít k popuštění a materiál pouzdra ztratí své mechanické vlastnosti a tepelný upínač už nemůže plnit svou funkci.

Největší výhodou tepelných upínačů jsou minimální rozměry upínacího systému dovolující konstrukci velmi štíhlých upínačů pro hloubkové frézování. Na stopky nástrojů jsou kladeny opět vysoké nároky – vybrané průměry a vysoká přesnost. Pro upínání je nutno používat speciální přístroje s horkovzdušným či induktivním ohřevem a rychlým vzduchovým chlazením. V tepelných upínacích je možné upínat i nástroje s boční ploškou a při správném používání výrobci deklarují, že tepelná pouzdra zvládnou více než 5000 upínacích cyklů.

Nevýhodou je nutnost přídavného zařízení pro upínání a uvolňování nástroje a také z pohledu bezpečnosti práce není ideální, že se ve výrobě vyskytují součásti o vysoké teplotě.

Hlavní nevýhodou všech známých nástrojových jednotek je, že nezajišťují radiální a výkyvnou pružnost upnutého vystružovacího nástroje, zejména s krátkým vyložení jeho řezné části, což v mnoha případech způsobuje rozměrové a tvarové nepřesnosti vystružených děr.

Cílem vynálezu je dosáhnout definované pružnosti, respektive tuhosti a polohové přesnosti upnutého vystružovacího nástroje prostřednictvím nástrojové jednotky, která bude určena zejména pro vystružování velmi přesných děr v rozmezích průměru 3 až 32 mm při řezné rychlosti až 250 m/min. na moderních plně automatizovaných obráběcích centrech.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje do značné míry nástrojová jednotka pro vystružování velmi přesných děr podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na upínací stopce nástroje jsou provedeny dvě protilehlé příčné drážky, do kterých jsou zasunuta ramena unášecího prvku ve tvaru

podkovy vytvořené vnitřním středovým vybráním a to svými bočními plochami, přičemž na spodním čele upínacího tělesa je provedena příčná drážka, do které zapadají čelní výstupky vytvořené na horní ploše unášecího prvku, přičemž ke spodní ploše unášecího prvku doléhá upínací matice našroubovaná na upínací těleso, přičemž v horní části upínací válcové dutiny doléhá na čelo
 5 válcové stopky vystružovacího nástroje odpružený vymezovací čep, zajištěný převlečnou maticí, nad kterým je uspořádán pružný prvek, vymezující axiální vůli vystružovacího nástroje, shora se opírající o osazení v dutině upínacího tělesa, přičemž hlavní kanál pro vedení chladicího média je uspořádán pro tlak 4 až 10 MPa, a z něj se rozvádí chladicí tlakové médium do navazujícího středového kanálu (9), který vyústí v řezné části nástroje a dále do příčného kanálu, vyústujícího
 10 do mezikružní dutiny mezi stopkou a dutinou upínacího tělesa a odtud dále do válcové dutiny.

Ve výhodném provedení je pružný prvek tvořen talířovými pružinami, šroubovitou pružinou nebo pružnou hmotou.

15 V jiném výhodném provedení odpovídá vnější průměr unášecího prvku vnitřnímu průměru upínací matice našroubované na upínací těleso.

V dalším výhodném provedení je pracovní nástroj zhotovený z konstrukční oceli s výhodou o pevnosti 900 až 1000 MPa s připájenou monolitickou řeznou částí ze slinutého karbidu nebo
 20 cermetu, opatřenou otěruvzdorným povlakem.

V jiném výhodném provedení je pracovní nástroj vytvořený z konstrukční oceli včetně zubových drážek, v jejichž řezné části jsou připájené břitové destičky z kubického nitridu boru nebo polykryystalu diamantu.

25 V dalším výhodném provedení je válcová stopka pracovního nástroje je vytvořena z konstrukční oceli v jejímž středu je nerozebíratelně nalisovaný váleček ze slinutého karbidu, na jehož vnějším konci je vytvořena řezná část a na povrchu válečku jsou vytvořené průběžné kanály pro přívod chladicího média ze středového kanálu k řezné části.

30

Objasnění výkresů

Vynález bude blíže osvětlen pomocí výkresů, kde obr. 1 představuje nástrojovou jednotku podle
 35 vynálezu řešení určenou pro vystružování slepých děr, obr. 2 představuje nástrojovou jednotku podle vynálezu řešení určenou pro vystružování průchozích děr a obr. 3 je nástrojová jednotka dle obr. 1 a 2 v rozloženém stavu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Nástrojová jednotka 13 se týká upínání nástroje pro obrábění velmi přesných děr ve stupni přesnosti IT5 na velmi přesných CNC obráběcích strojích s rotací nástroje, při řezné rychlosti až 250 m/min.

45

Na příkladném provedení technického řešení nástrojové jednotky 13 podle obr. 1 až 3 je zřejmé, že se sestává z upínacího tělesa 1, na jejímž horním konci je vytvořena kuželová část 2 pro uložení do neznázorněného vřetene obráběcího stroje. Upínací těleso 1 je opatřeno upínací válcovou dutinou 4 a její čelo 15 je upraveno pro unášivé spojení s válcovou stopkou 5 vystružovacího
 50 nástroje 6, prostřednictvím unášecího prvku 11 ve tvaru podkovy s rameny 27, který zasahuje čelními výstupky 20 do příčné drážky 21. To je v detailu vidět na obr. 3, přičemž příčná drážka 21 je vytvořena na čele 15 upínacího tělesa 1.

- Jak je opět dobře vidět na obr. 3, na unášecím prvku 11 je vedeno vnitřní vybrání 22, kterým se vytvoří zmíněná dvě ramena 27 a přes ně je unášecí prvek 11 uložen ve dvou protilehlých příčných drážkách 23 vytvořených na válcové stopce 5 vystružovacího nástroje 6. Dále je horní část 14 upínací válcové dutiny 4 upravena pro volné uložení válcové upínací stopky 5 vystružovacího nástroje 6. V horní části 14 upínací válcové dutiny 4 je také upraven do záběru s čelem válcové stopky 5 vystružovacího nástroje 6 odpružený vymezovací čep 12, zajištěný převlečnou maticí 19, s částečným předpružením pružného prvku 7, což jsou talířové pružiny, které vymezují axiální vůli vystružovacího nástroje 6.
- Pracovní nástroj 6 je s výhodou zhotovený z konstrukční oceli s výhodou o pevnosti 900 až 1000MPa s připájenou monolitickou řeznou částí ze slinutého karbidu nebo cermetu, opatřenou otěruvzdorným povlakem.
- Unášecí prvek 11 je ve složeném stavu nástrojové jednotky 1 prostřednictvím závitové upínací matice 16 pevně přitlačený na čelo 15 upínacího tělesa 1, přičemž při dotahování upínací matice 16, jejíž vnitřní čelo 28 doléhá na spodní část unášecího prvku 11 a jehož ramena 27 jsou zasunuta do příčných drážek 23, přijde do záběru čelo upínací stopky 26 s čelem vymezovacího čepu 12, čímž pevným dotažením upínací matice 16 dojde ke stlačení pružného prvku 7 silou 400 až 800 N.
- K dalšímu axiálnímu stlačení pružného prvku 7, v tomto provedení talířových pružin, dojde prostřednictvím upínací matice 16, která se čelně opírá o unášecí prvek 11, zasahující do příčných drážek 23, vytvořených na válcové stopce 5 pracovního nástroje 6.
- V podélném směru je v ose upínací stopky 5 vystružovacího nástroje 6 vytvořený hlavní kanál 8 pro vedení chladicího média a to při tlaku 4 až 10 MPa, z kterého se rozvádí chladicí tlakové médium do středového kanálu 9, který vyústí v řezné části 17 nástroje 6 a dále se rozvádí tlakové chladicí médium z hlavního kanálu 8 do příčných kanálů 10, které vyústí do mezikružní dutiny 18 a dále do válcové dutiny 4, čímž působením rovnoměrného přetlaku chladicího média v upínací válcové dutině 4 upínacího tělesa 1 se osa upínací válcové stopky 5 pracovního nástroje 6 bezvůlově ustaví do ideální osy s osou válcové upínací dutiny 4 tělesa 1.
- Unášecí prvek 11 má vnější průměr odpovídající vnitřnímu průměru upínací matice 16.
- Na obr. 2 je provedení, kdy je válcová stopka 5 pracovního nástroje 6 vytvořená z konstrukční oceli, v jejímž středu je nerozebíratelně nalisovaný váleček 25 ze slinutého karbidu, na jehož vnějším konci je vytvořená řezná část 17 a na povrchu válečku jsou vytvořené průběžné kanály 24 pro přívod chladicího média ze středového kanálu 9 k řezné části 17.
- Nové technické řešení spočívá v tom, že nástrojová jednotka se sestává z upínacího tělesa s velmi přesným soustředným válcovým otvorem, v němž je uložena válcová upínací část pracovního nástroje s radiální vůlí 5 až 10 μm . Pracovní nástroj je s upínacím tělesem rotačně propojen pomocí unášecího prvku, který rotačně propojuje těleso s upínací částí výstružníku a axiálně zajišťuje jeho polohu s definovaným silovým axiálním odpružením. Konstrukční provedení nástrojové jednotky umožňuje při vystružování kyvný (plovoucí) pohyb upínací části pracovního nástroje v radiální volnosti řádově v tisícinách milimetru, čímž ustavuje řeznou část vystružovacího nástroje do tzv. ideální osy vystružování, tj. kdy všechny břity odebírají stejnou šířku průřezu třísky. K tomu je využíván přetlak procesní chladicí kapaliny, přičemž vstupní tlak procesní kapaliny musí být alespoň 40 barů.
- Výhody nového řešení oproti známým technickým řešením:
- Uspořádání vystružovací jednotky je řešeno maximálně ergonomicky a uživatelsky s ohledem na jednoduchost a rychlost upnutí vystružovacího nástroje,
 - Vysoká životnost upínače,

- Vyšší provozní spolehlivost,
- Vyšší přesnost vystružených děr,
- Vyšší trvanlivost řezných břitů.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Nástrojová jednotka pro vystružování velmi přesných děr obsahujme upínací těleso opatřené
 5 upínací válcovou dutinou pro upevnění stopky nástroje, kdy stopkou prochází hlavní kanál pro
 chladicí kapalinu, **vyznačující se tím**, že na upínací stopce (5) nástroje (6) jsou provedeny dvě
 protilehlé příčné drážky (23), do kterých jsou zasunuta ramena (27) unášecího prvku (11) ve tvaru
 podkovy vytvořené vnitřním středovým vybráním (22) a to svými bočními plochami, přičemž na
 10 spodním čele (15) upínacího tělesa (1) je provedena příčná drážka (21), do které zapadají čelní
 výstupky (20) vytvořené na horní ploše unášecího prvku (11), přičemž ke spodní ploše unášecího
 prvku (11) doléhá upínací matice (16) našroubovaná na upínací těleso (1), přičemž v horní části
 (14) upínací válcové dutiny (4) doléhá na čelo (26) válcové stopky (5) vystružovacího nástroje (6)
 odpružený vymezovací čep (12), zajištěný převlečnou maticí (19), nad kterým je uspořádán pružný
 15 prvek (7), vymezující axiální vůli vystružovacího nástroje (6), shora se opírající o osazení v dutině
 upínacího tělesa (1), přičemž hlavní kanál (8) pro vedení chladicího média je uspořádán pro tlak
 4 až 10 MPa, a z něj se rozvádí chladicí tlakové médium do navazujícího středového kanálu (9),
 který vyúsťuje v řezné části (17) nástroje (6) a dále do příčného kanálu (10), vyúsťujícího do
 mezikružní dutiny (18) mezi stopkou (5) a dutinou (4) upínacího tělesa (1) a odtud dále do válcové
 20 dutiny (4).
2. Nástrojová jednotka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pružný prvek (7) je tvořen
 talířovými pružinami, šroubovitou pružinou nebo pružnou hmotou.
3. Nástrojová jednotka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnější průměr unášecího prvku
 25 (11) odpovídá vnitřnímu průměru upínací matice (16) našroubované na upínací těleso (1).
4. Nástrojová jednotka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pracovní nástroj (6) je zhotovený
 z konstrukční oceli s výhodou o pevnosti 900 až 1000 MPa s připájenou monolitickou řeznou částí
 ze slinutého karbidu nebo cermetu, opatřenou otěruvzdorným povlakem.
- 30 5. Nástrojová jednotka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pracovní nástroj (6) je vytvořený
 z konstrukční oceli včetně zubových drážek v jejichž řezné části (17) jsou připájené břitové
 destičky z kubického nitridu boru nebo polykrystalu diamantu.
- 35 6. Nástrojová jednotka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že válcová stopka (5) pracovního
 nástroje (6) je vytvořená z konstrukční oceli v jejímž středu je nerozebíratelně nalisovaný váleček
 (25) ze slinutého karbidu, na jehož vnějším konci je vytvořená řezná část (17) a na povrchu válečku
 (25) jsou vytvořené průběžné kanály (24) pro přívod chladicího média ze středového kanálu (8)
 k řezné části (17).

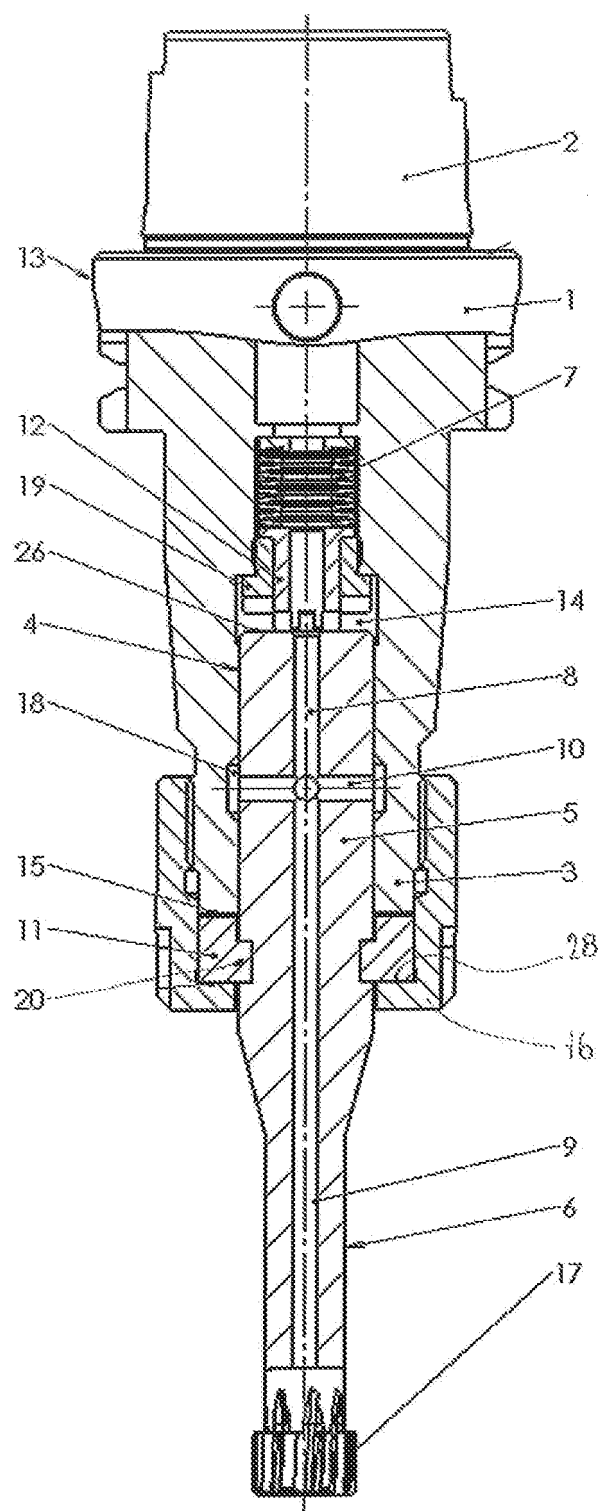
40

3 výkresy

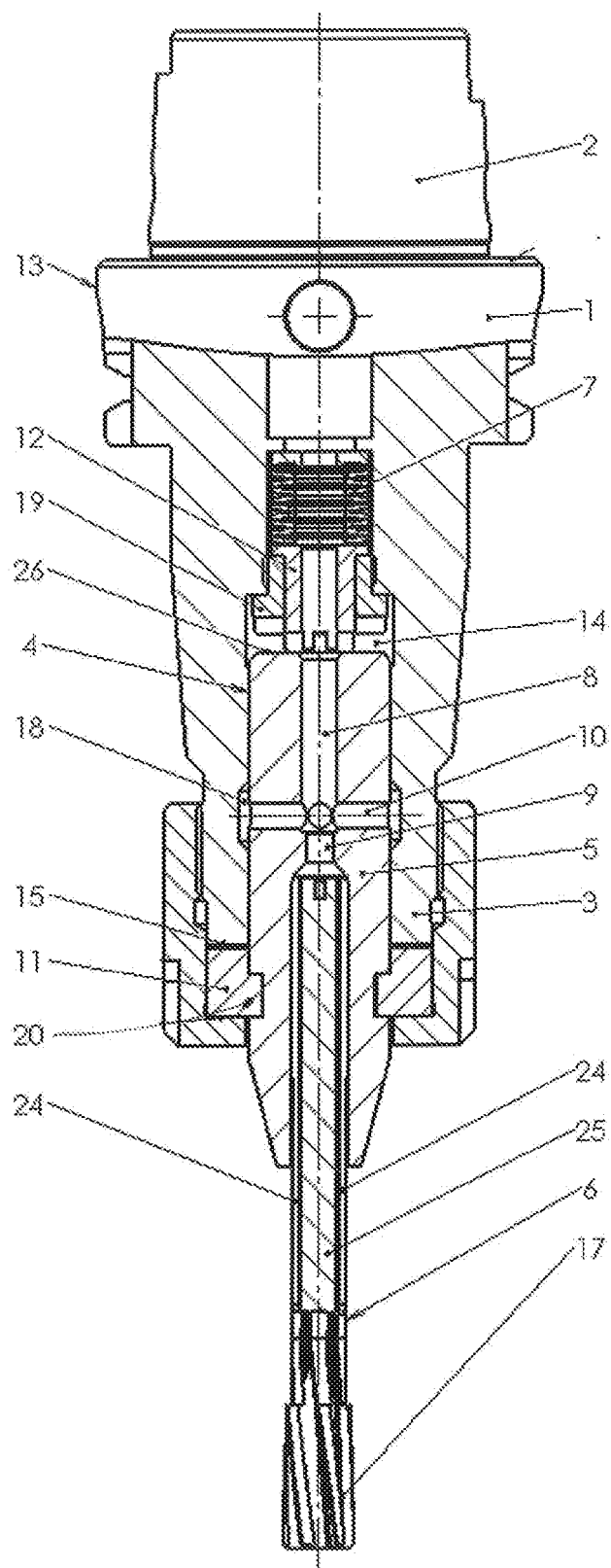
Seznam vztahových značek

- 1 upínací těleso
- 2 kuželová část upínacího tělesa
- 3 spodní část tělesa
- 4 válcová dutina
- 5 válcová stopka
- 6 pracovní nástroj
- 7 pružný element
- 8 hlavní kanál
- 9 středový kanál
- 10 příčné kanály

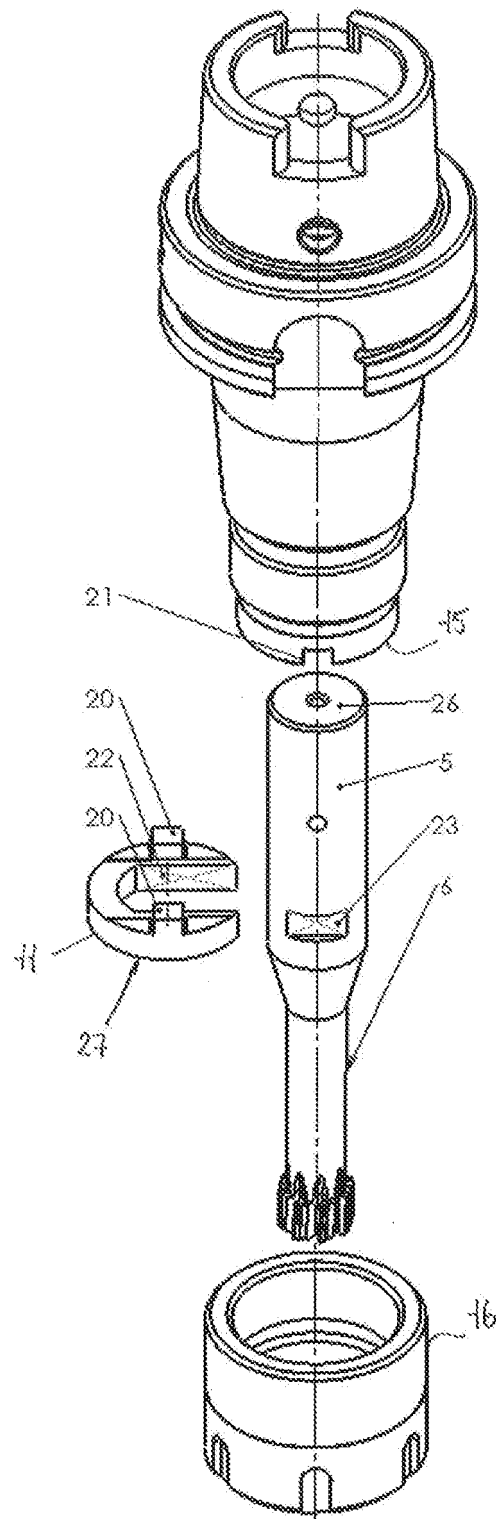
- 11 unášecí prvek
- 12 vymezovací čep
- 13 nástrojová jednotka
- 14 horní část upínací dutiny
- 15 čelo upínacího tělesa
- 16 upínací matice
- 17 řezná část
- 18 mezikružní dutiny
- 19 převlečná matice
- 20 výstupky
- 21 příčná drážka
- 22 vnitřní vybrání
- 23 příčná drážka
- 24 průběžné kanály
- 25 váleček ze slinutého karbidu
- 26 čelo upínací stopky
- 27 ramena unášecího prvku
- 28 vnitřní čelo upínací matice



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3