

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

32 187

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B23C 5/10 (2006.01)
B23C 5/18 (2006.01)
B23K 1/00 (2006.01)
C30B 29/04 (2006.01)
C30B 29/36 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-35227**
(22) Přihlášeno: **02.08.2018**
(47) Zapsáno: **16.10.2018**

- (73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta
strojní, Výrobní stroje a zařízení, Praha 6, Dejvice,
CZ
SANBORN a.s., Velké Meziříčí, CZ
ROTANA a.s., Velké Meziříčí, CZ
- (72) Původce:
Ing. Pavel Vítek, Dobrá Voda, CZ
Ing. Pavel Zeman, Ph.D., Vyšehořovice, CZ
Ing. Milan Holub, Velké Meziříčí, CZ
Ing. Antonín Novotný, Bory, CZ
Ing. Jan Malý, Praha 10, Hostivař, CZ
Ing. Michal Koudela, Jihlava, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00
Praha 5, Stodůlky

- (54) Název užitého vzoru:
**Diamantový rotační obráběcí nástroj pro
třískové obrábění**

CZ 32187 U1

Diamantový rotační obráběcí nástroj pro třískové obrábění

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká frézovacího nástroje s monolitickou řeznou částí z CVD diamantu a konkrétního provedení tohoto nástroje.

10

Dosavadní stav techniky

Rostoucí požadavky na zvýšení produktivity, jakosti a hospodárnosti obrábění materiálů, které se nejčastěji používají v automatizovaných provozech a sériových výrobcích, ovlivňují i směr vývoje nových řezných nástrojů. Od těchto nástrojů je vyžadována vysoká geometrická přesnost, rozměrová stálost a dlouhodobá životnost při zvýšených řezných podmínkách. Pouze unikátní geometrie nástroje nejčastěji ze slinutého karbidu v kombinaci s ochranným povlakem již nemůže stačit pro dosažení požadovaných cílů. Z tohoto důvodu jsou řezné části nástrojů stále častěji osazovány segmenty z tzv. supertvrdých materiálů. Pro řezné nástroje nacházejí využití zejména polykrystalický diamant - PKD a polykrystalický kubický nitrid boru - PKNB.

20

Rotační nástroje využívající segmenty z velmi tvrdých materiálů jsou obvykle složeny ze dvou hlavních částí. První částí je tělo nástroje tzv. nosič a druhou část tvoří vlastní řezné elementy. Požadované tvary a velikosti segmentů, které mají být připevněny na části těla nástroje, musí být vyřezány z polotovarové desky. Upevnění těchto segmentů na tělo nástroje je nejčastěji zajištěno pomocí pájení.

25

Běžně používanou technologií pro připevnění řezných segmentů ze supertvrdých materiálů k tělu nástroje je dnes indukční pájení. Jedná se sice o rozšířený a rychlý proces, ale je současně méně přesný se špatnou opakovatelností kvality pájeného spoje a jeho nižšími a proměnnými mechanickými vlastnostmi. Tím jsou omezeny i užité vlastnosti řezného nástroje. Tato technologie rovněž limituje samotnou konstrukci obráběcího nástroje.

30

Konečná geometrie břitu obráběcího nástroje vznikne po opracování kontury a řezných hran nástroje. Dosavadními používanými metodami dokončení řezných nástrojů ze supertvrdých materiálů jsou nejčastěji elektroerozivní obrábění, broušení a obrábění paprskem laseru. Cílem opracování je vytvořit tvarově a rozměrově přesný nástroj s řeznou hranou s minimálním poškozením, tj. celistvou bez vylomených částic zrn a dosáhnout tak požadované vysoké ostrosti břitu. Možnosti řízení tvorby konkrétního provedení řezné hrany makro i mikrogeometrie břitu, jsou však u těchto materiálů uvedenými způsoby limitované.

40

Pro nástroje s břitem z diamantu jsou pro opracování konečného tvaru a dokončení řezné hrany využívány především technologie elektroerozivního obrábění a broušení. Elektroerozivní způsob však neumožňuje vyrobit nástroj, jehož součástí není elektricky vodivá část, nejčastěji karbidová podložka spolu s větším obsahem kobaltového pojiva. Tímto způsobem je rovněž obtížné vyrobit i komplikovanější tvary makrogeometrie břitu, kterými se vyznačují například čelní monolitní frézy s břity ve šroubovici. Za účelem vytvoření diamantového nástroje je možné použít také technologii broušení. Broušení břitu z polykrystalického diamantu je ovšem poměrně neefektivní díky intenzivnímu opotřebení brusného kotouče, stejně jako kvůli možným problémům s výrobní přesností a opakovatelností výroby zejména u nástrojů menších průměrů. Prakticky nemožné je pak broušení diamantového nástroje bez obsahu pojiva vyrobeného chemickým způsobem – CVD diamantu. V takovém případě je efektivním způsobem opracování řezné části především laserová technologie.

50

Laserová technologie jako jediná výrobní metoda zachovává maximální celistvost a ostrost řezné hrany, a to nejen u nástrojů z diamantu. Laserový paprsek přeřezává diamantová zrna, a tak se

55

na řezné hraně netvoří výlomky. Lasery jsou v současné době používány pro výrobu nástrojů s břity z polykrystalického diamantu - PKD, a to pro výřezy a ořezy plošných segmentů připevňovaných na těleso nástroje. Případně je v PKD použit laser i pro tvorbu utvařečů třísek na čele břítu. Možný odlišný obsah jednotlivých složek v různých materiálech segmentů z polykrystalického diamantu napájených na karbidovém těle nezpůsobuje komplikaci pro laserové dokončování řezné hrany.

Technologie pájení je v jiných vynálezech chráněna především s ohledem na nové způsoby pájení (např. EP2830820 a EP2844466), materiály pro pájení (např. CZ PV 2016-54 a EP 2271460) nebo pájecí zařízení (např. EP 2871018, EP 2928634 a CZ 306935). Nalezeny byly také vynálezy zabývající se přímo technologií vakuového pájení (CZ 255411 a EP 2032299). Nebyl však zjištěn vynález zaměřený na technologii vakuového pájení pro kombinaci materiálů CVD-D diamant a slinutý karbid. Stejně tak nebyl zaznamenán vynález popisující tvarové provedení pájeného spoje mezi těmito materiály.

Konkrétní řešení nástrojů s břity z diamantu jsou uvedena například v rámci vynálezů US 2009-249482, US 1987-830414, US 1994-953509 nebo EP 0133716. Jde ovšem o vynálezy, kdy je předmětem geometricky jednoduchý nástroj s břity z PKD napájenými na tělese a není řešen konkrétní způsob výroby takového nástroje. Tvarově složitější geometrie břítu čelní válcové frézy s břity ve šroubovici je uvedena v rámci patentu US 1992-745811. I zde jsou břity ovšem vyrobeny z polykrystalického diamantu, a navíc jednotlivě vpájeny do připravených lůžek tělesa břítu. Kompletní geometrie břítu tak nevzniká opracováním laserem a nejedná se ani o opracování materiálu typu CVD diamant.

Možnosti opracování laserem nástrojů s břity obecně z diamantových materiálů jsou předmětem vynálezů US 1993-772268, US 2003-868886, EP 2688421 A1 nebo US 2015-166007. U těchto řešení však je předmětem popisu samotný laserový systém a způsob jeho použití a volba procesních parametrů. Výhradně se zde jedná také o opracování 2D elementů. Není řešena ablace diamantového materiálu pro vznik tvarově komplikované geometrie břítu nástroje, jakou se vyznačuje čelní válcová fréza se zuby ve šroubovici.

Další vynálezy se týkají samotné výroby materiálu a následné aplikace CVD diamantu jakožto řezného materiálu nebo tenkovrstvého povlaku pro břity. Jedná se například o vynálezy US 2014-408093, US 1997-718648, nebo 2017-367688. Zcela neřešenou možností je realizace rotačního nástroje - čelní frézy s monolitickou řeznou částí z CVD diamantu připájeného na těleso ze slinutého karbidu, kdy je následně laserem vytvořena kompletní tvarově složitá geometrie břítu.

Podstata technického řešení

Předmětem technického řešení je frézovací - rotační nástroj s monolitickou řeznou částí z CVD diamantu, která je připevněna na těleso nástroje ze slinutého karbidu. Geometrie břítu frézy se zuby ve šroubovici je následně vytvořena výhradně s využitím paprsku laseru. Pro výrobu takového nástroje je třeba využít specifické způsoby pájení a ablace materiálu laserem. V rámci technického řešení jsou popsány různé způsoby provedení takového nástroje. Je vytvořen také konkrétní příklad provedení nástroje.

Předmětem tohoto technického řešení je rotační frézovací nástroj s monolitickou řeznou částí z CVD diamantu a konkrétní provedení nástroje. Řezná část je připájena k tělesu nástroje ze slinutého karbidu s následně vytvořenou geometrií břítu technologií laserové ablace. Takovýto nástroj je určen zejména pro obrábění hliníkových slitin a vláknů vyztužených materiálů s polymerní maticí. Dalšími materiály, které lze tímto nástrojem obrábět jsou například titanové slitiny, keramika, slinutý karbid a grafit.

Od současně známých řešení rotačních nástrojů z diamantu se předmět technického řešení vyznačuje použitím válcového monolitického segmentu z CVD diamantu pro celou řeznou část, způsobem výroby nástroje a výslednou tvarově komplikovanou geometrií bříty s vysoce jakostním provedením řezné hrany.

Tvrdotost materiálu řezné části takového nástroje je vyšší než u polykrystalického diamantu s pojivem a je srovnatelná s tvrdostí přírodního diamantu. Oproti němu však vykazuje i vyšší houževnatost a menší rozptyl hodnot tvrdosti. Tato kombinace vlastností spolu s vhodnou geometrií bříty usnadňuje proces odřezávání třísky, snižuje velikost řezných sil, intenzitu opotřebení bříty a zvyšuje přesnost a kvalitu povrchu obrobku. To v konečném důsledku může vést k produktivnějšímu a celkově efektivnějšímu procesu obrábění takovým nástrojem.

Odlišný je, oproti jiným nástrojům s bříty z diamantu, také způsob výroby nástroje s řeznou částí z monolitického CVD diamantu. Nejprve je napájen monolitický CVD diamantový segment na nabroušené karbidové tělo. Jde o proces vakuového pájení, kterým jsou při dodržení zvláštních procesních parametrů a tvarů pájeného spoje dosahovány lepší vlastnosti a přesnosti pájeného spoje i celého nástroje. Následně je kompletní geometrie bříty vytvořena výhradně prostřednictvím laseru za použití specifických obráběcích strategií. Není tedy realizováno pouze oříznutí vnějšího tvaru plochého segmentu s vytvořením řezné hrany a jednoduché plochy hlavního a vedlejšího hřbetu, ale jsou vytvořeny také plochy čela, a to vše ve šroubovici. Zmíněným postupem je možné vyrobít prakticky libovolnou variantu tvaru a geometrie bříty čelní frézy - válcová, toroidní, kulová, s bříty ve šroubovici. Dle potřeby je možné realizovat také různá provedení pájených spojů. Vzniká tak přesnější nástroj s lepší funkčností ve vztahu k velikosti řezných sil, způsobu utváření třísky, trvanlivosti bříty a jakosti obrobku. Nástroj bude geometricky vhodnější pro konkrétní aplikaci, strategii a obráběný materiál.

Vakuové pájení pro řezné nástroje naproti tomu umožňuje automaticky řídit proces pájení pro vysokou opakovatelnost a jakost pájeného spoje. Tím je dosahováno vyšších mechanických vlastností spoje s menším rozptylem. Nástroje jsou únosnější a mají následně vyšší užité vlastnosti.

Variantnost takové vícebřité frézy spočívá v různém způsobu provedení těla nástroje, řezné části i pájeného spoje. Tělo nástroje může být realizováno z různých materiálů, v různých délkách a průměrech. Řezná část může být tvořena různým typem CVD diamantu, různým počtem zubů a jejich uskupení např. kombinace 4/0, 4/1, 4/2 a další, kdy první číslice značí celkový počet zubů frézy a číslice za lomítkem určuje počet zubů řezných až k ose rotace nástroje a v konkrétním provedení geometrie každého z břitů. Bříty nástroje mohou být také vytvořeny s nepravidelnou roztečí a proměnlivým stoupáním šroubovice.

Součástí těla nástroje je upínací část a místo pro pájení CVD-D segmentu. Celé tělo nástroje je vyrobeno ze slinutého karbidu technologií broušení diamantovým kotoučem. Pro nástroje menších průměrů může být tělo na konci osazeno na menší průměr. Upínací část může být různých délek a průměrů. V závislosti na způsobu provedení tvaru pájeného spoje může být tělo nástroje dále vyrobeno elektroerozivní metodou nebo laserem.

Řezná část nástroje je vyrobena z CVD diamantu. Polotovar pro tuto část je nejprve vyříznut laserem z rozměrově standardní polotovarové desky do podoby válcového segmentu s přídatkem na následně opracování. Po napájení na tělo nástroje je laserem obrobena válcová část na přesný průměr. Tento průměr může stejný nebo větší, než je průměr těla nástroje v místě pájeného spoje. Následně je v řezné části vyrobena technologií ablace materiálu laserem kompletní makro i mikrogeometrie bříty vícebřité čelní frézy. Nástroj může být různých délek a průměrů. Nejeefektivnější však bude řešení pro nástroje do průměru řezné části 3 mm. Geometrie bříty může být v provedení toroidní, kulové nebo čelní válcové frézy. Toroidní fréza může mít rohový

rádus v celém rozsahu velikostí. Kulová fréza je opatřena vždy nejméně jedním zubem přes střed s tím, že velikost poloměru špičky se rovná polovině průměru řezné části nástroje. Válcová fréza může být vytvořena bez jakékoli úpravy špičky, ale ve většině případů je vyráběna se sražením. Velikost šířky f a úhlu α sražení může být různá vzhledem k potřebám daných aplikací.

5

Provedení geometrie břitu vychází z podoby monolitních čelních fréz, ze slinutého karbidu, zhotovovaných broušením. Předmět technického řešení je však opatřen unikátními funkčními prvky, které nejsou technologií broušení vyrobitelné, a to bez ohledu na to, že samotný řezný materiál - CVD diamant je z praktického hlediska nebrousitelný. Těmito prvky jsou specifický profil zubové mezery, který je tvořen soustavou plynule navazujících rádiusů, a také rozměr výběhu zubové drážky směrem k pájenému spoji.

10

Pro připevnění řezné části k tělu nástroje je použita technologie vakuového pájení. Technologie se vyznačuje specifickým nastavením procesu, a to od přípravy pájených částí, použitého materiálu pájky a parametrů procesu - stupeň vakua, náběh na pájecí teplotu, výdrž a chladnutí. Stupeň vakua pro pájení je až do 10^{-7} Pa. Pájecí teplota se pohybuje od 750 do 830 °C, doba náběhu na pájecí teplotu je do 400 min, výdrž na pájecí teplotě je v intervalu 30 až 60 min a chladnutí je po dobu minimálně 350 minut.

15

Provedení pájeného spoje může být různé. V jednom provedení je řezná část pájena k tělu nástroje tzv. „na tupo“. Přičemž řeznou část lze na nástroj pájet s přídavkem na průměru oproti průměru upínací karbidové části nebo lze použít obě části se stejným průměrem. V provedení pájeného spoje je vytvořeno osazení jak v karbidové upínací části, tak i v řezné části tak, aby obě části nástroje mohly být pájením pevně spojeny. Způsoby provedení obou osazení mohou být různé, a to jak ve smyslu rozměrů, tak i v typu a tvaru osazení a celkového provedení spoje. Tvarový prvek pro realizaci pájeného spoje je použit i pro variantu kde je hlavní tvar spoje drážka o určité šířce, poloze a výšce. Tomu v druhé spojované části odpovídá pero. Drážka může být vytvořena jak v řezné části, tak v jiném provedení v karbidovém těle nástroje. Drážka a pero nemusí být pouze v provedení průřezu s rovnými boky, ale může mít i zcela obecný průřez, sklon i tvar boků drážky, tak aby provedení umožňovalo pevný pájený spoj. Další variantou pro provedení pájeného spoje je kombinace výstupku a dutiny. V řezné části je vytvořen výstupek kruhového, čtvercového, obdélníkového nebo jiného, i zcela obecného tvaru a v těle nástroje je vytvořena dutina vhodná pro daný tvar a rozměry výstupku. Možná je ale i opačná varianta s výstupkem na těle nástroje a dutinou v řezné části.

25

30

35

Kombinací specifického polotovaru, způsobu výroby a konkrétního provedení makro a mikrogeometrie je vytvořen nástroj s vhodnými vlastnostmi pro obrábění obrobků z celé řady technických materiálů. Technické řešení vede na zlepšení produktivity, hospodárnosti a jakosti obráběcího procesu.

40

Tvrký a oteřuvzdorný řezný materiál v kombinaci s geometrií břitu vhodnou pro efektivní odebrání třísek z polotovaru obráběného materiálu vede u technického řešení na výrazné prodloužení trvanlivosti břitu v porovnání s obdobnými nástroji s břity z polykrystalického diamantu nebo slinutého karbidu. Přes očekávané vyšší výrobní náklady nástroje bude možné dosáhnout značnou úsporu výrobních nákladů v důsledku zmíněného prodloužení trvanlivosti, ale také díky očekávanému zvýšení řezných podmínek. Pro vybrané obráběné materiály a typy obrobků a obráběcích operací bude použití technického řešení spojeno také s vyšší kvalitou obrobku, jeho drsností povrchu a tvarovou a rozměrovou přesností.

45

50

Objasnění výkresů

Technické řešení je dále zobrazeno na přiložených výkresech, kde je na Obr. 1a znázorněno technické řešení v nárysu a na Obr. 1b v pohledu zdola. Obr. 2a znázorňuje detail řezné části, těla nástroje a pájeného spoje technického řešení u toroidní frézy a na Obr. 2b je znázorněn půdorys

55

řezné části toroidní frézy. Obr. 3a znázorňuje detail řezné části, těla nástroje a pájeného spoje technického řešení u kulové frézy a na Obr. 3b je znázorněn půdorys řezné části frézy. Obr. 4a znázorňuje detail řezné části, těla nástroje a pájeného spoje technického řešení u válcové frézy a na Obr. 3b je znázorněn půdorys řezné části frézy. Na Obr. 5a až e jsou schematicky
 5 znázorněny provedení pájených spojů. Obr. 5a znázorňuje spoj „na tupo“, Obr. 5b znázorňuje spoj „na tupo“ s přesazením. Obr. 5c znázorňuje spoj osazením. Obr. 5d znázorňuje spoj pero a drážka a Obr. 5e znázorňuje spoj výstupek a dutina.

10 Příklad uskutečnění technického řešení

Rotační obráběcí nástroj, který je předmětem technického řešení, je složen ze dvou částí, řezné části 1 a upínací části - těla 2 nástroje, které jsou k sobě připevněny pájeným spojem 3. Tělo 2 nástroje je vyrobeno ze slinutého karbidu typu K20, K30 a K40 podle ISO 513, a to technologií
 15 broušení diamantovými kotouči. Upínací část - tělo 2 nástroje je válcové o průměru $d_1=3$ mm, délce $l_2=30,8$ mm bez použití jakýchkoli upínacích ploch. Tělo 2 nástroje plynule přechází pod úhlem 30° do menšího průměru $d_2=0,92$ mm, pro provedení pájeného spoje 3. Řezná část 1 je tvořena CVD diamantem typu MW, který byl vyříznut laserem do polotovaru ve tvaru válečku s přídavkem na obrobení. Po napájení je řezná část 1 opracována laserem na průměr $d_3=1$ mm
 20 a délku $l_3=1,2$ mm. Délka samotného ostří nástroje je $l_5=0,8$ mm. Tvar zubové mezery se po celou dobu nemění. Nastává pouze změna polohy průřezu vůči ose rotace nástroje. Od konce ostří dochází směrem k pájenému spoji 3 k plynulému snižování průřezu drážky. Geometrie drážky je zachycena v podobě příčného řezu řeznou částí 1 nástroje. Zubové mezery jsou stejné pro všechny zuby, tudíž šířka jednotlivých zubů je stejná. Převážná část geometrie drážky je stanovena plynulými radiusovými přechody ($R_1=0,1$ mm, $R_2=0,4$ mm, $R_3=0,6$ mm,
 25 $R_4=0,3$ mm) a radiální úhel čela zajišťuje fazeta o délce $l_6=0,02$ mm, pod úhlem 15° . Jádru nástroje je tvořeno kruhovým průřezem o průměru $d_4=0,5$ mm. Úhel šroubovice všech břitů nástroje je 30° . Geometrie hřbetů jsou identické jak na čele nástroje, tak i na jeho obvodu. První hřbetní plocha je široká $l_9=l_{10}=0,08$ mm pod úhlem 8° . Navazuje druhá a poslední hřbetní plocha, která je pod úhlem 18° . Axiální úhel na čele nástroje je 1° . Řezná část je ve vzdálenosti
 30 $l_4=0,85$ mm od čela frézy osazena na průměr $d_2=0,92$ mm.

Laserový proces pro výrobu nástroje vychází ze specifických strategií ablace s tangenciální pozicí paprsku vůči obráběnému segmentu. Pro opracování řezné části jsou použity hrubovací
 35 a dokončovací principy obrábění s laserovým paprskem o výkonu od 10 do 50 W a s vlnovou délkou 532 a 1064 nm. Pracovní rychlost paprsku se pohybuje v rozmezí 50 až 150 mm/min. Úhel vnikání paprsku do materiálu je 0 až 15° .

Proces pájení řezné části 1 a těla 2 nástroje je realizován ve vakuu o tlaku v rozmezí 10^{-6} až
 40 10^{-7} Pa. Pájený spoj 3 je proveden variantou tzv. na tupo a s přídavkem na průměru oproti upínací karbidové části - tělu 2. Spoj 3 je realizován pomocí pájecí pasty. Pájecí proces probíhá za teplot v rozsahu 750 až 830 °C, a to po dobu 8 až 12 hodin.

Konkrétní provedení frézy. V tomto provedení je nástrojem čtyřzubá čelní válcová fréza
 45 s pravidelně rozdělenými břitů ve šroubovici o délce $l_1=38$ mm. Žádný z břitů není s přesahem do osy rotace a nemá osazení špičky nástroje.

50 Průmyslová využitelnost

Technické řešení obráběcího nástroje s řeznou částí z CVD diamantu a konkrétního příkladu provedení tohoto nástroje lze využít při frézování různých typů materiálů. Jde především
 55 o materiály, při kterých jsou obecně úspěšně nasazovány diamantové řezné nástroje, tedy hliníkové slitiny, titanové slitiny, keramika, slinutý karbid, grafit nebo vlákny vyztužené kompozitní materiály s polymerní matricí. Technické řešení je využitelné jak pro jednodušší

aplikace rovinného obrábění, tak i pro dokončování tvarových ploch, a to především nástroji menších průměrů. Uvedené řešení vede na nástroj s potenciálem větší řezivosti, a tedy i na následnou větší produktivitu, hospodárnost a jakost obrábění.

5

NÁROKY NA OCHRANU

10

1. Diamantový rotační obráběcí nástroj pro třískové obrábění, **vyznačující se tím**, že obsahuje řeznou část (1) z CVD diamantu a upínací část tvořenou tělem (2) nástroje ze slinutého karbidu, které jsou k sobě připevněny pájeným spojem (3).

15

2. Diamantový rotační obráběcí nástroj podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kontaktní plochy monolitické řezné části (1) a těla (2) nástroje ze slinutého karbidu jsou k sobě připájeny tupým spojem.

20

3. Diamantový rotační obráběcí nástroj podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kontaktní plochy monolitické řezné části (1) a těla (2) nástroje ze slinutého karbidu jsou opatřeny perem a/nebo drážkou.

25

4. Diamantový rotační obráběcí nástroj podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kontaktní plochy monolitické řezné části (1) a těla (2) nástroje ze slinutého karbidu jsou opatřeny výstupkem a/nebo dutinou.

30

5. Diamantový rotační obráběcí nástroj podle kteréhokoli z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že tělo (2) nástroje ze slinutého karbidu je tvořeno válcem o průměru od 2 do 8 mm, délce od 20 do 40 mm bez upínacích ploch, přičemž tělo (2) na jednom konci plynule přechází pod úhlem 30° do menšího průměru od 0,5 do 1,5 mm.

35

6. Diamantový rotační obráběcí nástroj podle kteréhokoli z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že řezná část (1) je tvořena válcem s ostřím o průměru od 0,5 do 1,5 mm a délce od 0,7 do 1,7 mm.

40

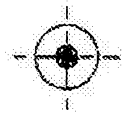
7. Diamantový rotační obráběcí nástroj podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že řezná část (1) má tvar vybraný ze skupiny toroidní fréza, kulová fréza a válcová fréza.

8. Diamantový rotační obráběcí nástroj podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že tělo (2) nástroje je ze slinutého karbidu typu K20, K30 a K40 podle ISO 513.

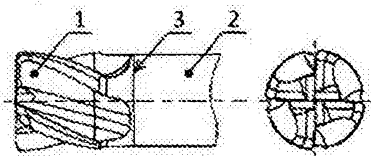
2 výkresy



Obr. 1a

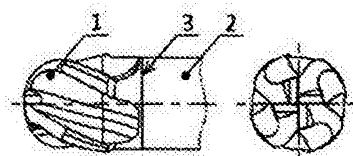


Obr. 1b



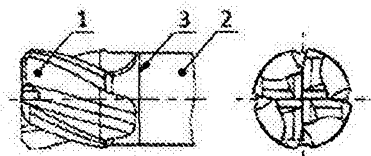
Obr. 2a

Obr. 2b



Obr. 3a

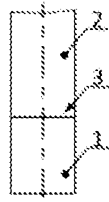
Obr. 3b



Obr. 4a

Obr. 4b

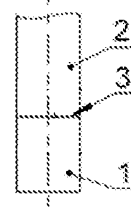
Obr. 1a, b až 4a, b



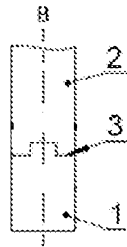
Obr. 5a



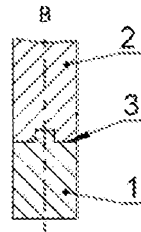
Obr. 5b



Obr. 5c



Obr. 5d



Obr. 5e
Obr. 5a až 5e