

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2001 - 1432

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **08.07.1999**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **23.10.1998**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/177770**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.04.2002**

(Věstník č. 4/2002)

(86) PCT číslo: **PCT/US99/15323**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO00/24549**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

B 24 D 3/06

B 24 D 18/00

(71) Přihlašovatel:

NORTON COMPANY, Worcester, MA, US;

(72) Původce:

Ramanath Srinivasan, Holden, MA, US;

Andrews Richard M., Long Valley, NJ, US;

(74) Zástupce:

Herman Václav Ing., Hlavní 43, Průhonice, 25243;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Tvrdě pojený tenký brusný kotouč

(57) Anotace:

Rovný, tenký, monolitický brusný kotouč je vytvářený v podstatě z kolem 2,5 - 50 objemových % brusných zrn a z doplňkového množství slinutého pojiva zahrnujícího složku kovu zvyšujícího tuhost. Kovy mohou být vybrané z mnoha slinovatelných kovových kompozic, výhodné jsou směsi niklu a cínu. Kov zvyšující tuhost je kov schopný zajištění v podstatě zvýšené tuhosti pojiva bez značného zvýšení tvrdosti pojiva. Příhodné jsou molybden, rhenium, wolfram a jejich směsi. Brusná zrna jsou u tvrdého brusiva vybraného ze skupiny, sestávající z diamantu, kubického nitridu bóru, karbidu křemíku, taveného oxidu hlinitého, mikrokrystalického resp. přirozeného oxidu hlinitého, nitridu křemíku, karbidu bóru, karbidu wolframu a směsí alespoň dvou z nich. Pro tvrdě pojený tenký brusný kotouč je navržen způsob výroby a způsob řezání obrobku tímto kotoučem.

CZ 2001 - 1432 A3

Tvrdě pojený tenký brusný kotouč

Oblast techniky

Tento vynález se týká brusných kotoučů na broušení velmi tvrdých materiálů, jako jsou materiály používané elektronickým průmyslem.

Dosavadní stav techniky

Brusné kotouče, které jsou jak velmi tenké, tak i velmi tuhé, jsou komerčně důležité. Například tenké brusné kotouče se používají při odřezávání tenkých dílů a při provádění dalších brusných operací při výrobě křemíkových plátek a takzvaných puků ze směsi oxidu hlinitého a karbidu titanu při výrobě elektronických výrobků. Křemíkové plátky se obecně používají pro integrované obvody a puký oxidu hlinitého a karbidu titanu jsou používány pro zhotovování pohyblivých tenkovrstvých hlav pro zaznamenávání a přehrávání magneticky uložené informace. Používání tenkých brusných kotoučů pro broušení křemíkových plátek a puků oxidu hlinitého a karbidu titanu je dobře vysvětleno v patentu US č. 5,313,742, přičemž všechny význaky tohoto patentu jsou zde zahrnuty v odkazech.

Jak je uvedeno v patentu 742, vytváří zhotovování křemíkových plátek a puků z oxidu hliníku a karbidu titanu potřebu rozměrově přesných řezů s malým odpadem materiálu obrobku. Ideálně by měly být řezné čepele pro provádění takových řezů co možná nejtužší a tak tenké a ploché, jak je to prakticky reálné, protože čím tenčí a plošší je čepel, tím se produkuje méně odpadu ze zářezu a čím tužší je čepel, tím rovněji bude řezat. Tyto charakteristiky jsou však v konfliktu, protože čím je čepel tenčí, tím se stává méně tuhá.

Řezné čepele se vytvářejí v zásadě z brusných zrn a pojiva, které drží brusná zrna v požadovaném tvaru. Protože

má tvrdost pojiva snahu růst s rostoucí tuhostí, zdálo by se logické, zvyšovat tvrdost pojiva, aby se získala tužší čepel. Tvrdé pojivo má však také větší odolnost proti opotřebení, což může zpomalovat erozi pojiva, takže se zrna otupí před tím, než se z čepele vypudí. Navzdory tomu, že je velmi tuhá, vyžaduje tvrdě pojená čepel agresivní orovnávání a je tak méně žádoucí.

Průmysl se dopracoval k používání monolitických brusných kotoučů vzájemně spřažených na upínacím trnu. Jednotlivé kotouče v tomto spřažení jsou od sebe osově oddělené nestlačitelnými a trvanlivými rozpěrkami. Tradičně mají jednotlivé kotouče stejný axiální rozměr od otvoru pro upínací trn kotouče až k jeho obvodu. Ačkoliv jsou vcelku tenké, je axiální rozměr těchto kotoučů větší než je rozměr požadovaný pro zajištění odpovídající tuhosti pro dobrou přesnost řezu. Aby se však udržela tvorba odpadu v přijatelných mezích, tloušťka se zmenšuje. Toto snižuje tuhost kotouče na méně než ideální.

Tak je vidět, že běžný rovný kotouč vytváří odpadu z obrobku než tenčí kotouč a produkuje více třísek a nepřesných odřezků než by produkoval tužší kotouč. Patent '742 uvažoval o zlepšení výkonu spřažených přímých kotoučů zvýšením tloušťky vnitřní části sahající radiálně ven od otvoru pro upínací trn. Tento patent odhaluje, že monolitický kotouč se silnou vnitřní částí byl tužší než rovný kotouč s rozpěrkami. Kotouč podle patentu '742 však trpí tím nedostatkem, že vnitřní část se nepoužívá pro řezání a objem brusiva v této vnitřní části se tedy promrhá. Protože tenké brusné kotouče, zejména ty pro řezání oxidu hlinitého s karbidem titanu, používají nákladné brusné materiály, jako je diamant, jsou náklady na kotouč podle patentu '742 ve srovnání s rovným kotoučem díky promrhanému objemu brusiva vysoké.

Dříve se normálně pro rovné, monolitické, tenké brusné

kotouče určené pro řezání tvrdých materiálů, jako jsou křemíkové plátky a puky oxidu hlinitého a karbidu titanu, používalo kovové pojivo. Ze stavu techniky je známá rozmanitost kovových pojivových kompozic pro držení diamantových zrn, jako je měď, zinek, stříbro, nikl nebo například slitiny železa. Patent US č. 3,886,925 uveřejňuje kotouč s brusnou vrstvou vytvořenou z niklu vysoké čistoty uloženého elektrolyticky z roztoků niklu, které v sobě mají suspendovaná jemně dělená brusiva. Patent US č. 4,180,048 zveřejňuje zlepšení kotouče z patentu '925, u kterého se na niklové matrici elektrolyticky ukládá velmi tenká vrstva chromu. Patent US č. 4,219,004 zveřejňuje čepel, která obsahuje diamantové částice v niklové matrici, která představuje jedinou podpěru diamantových částic.

Nyní bylo objeveno nové, velmi tvrdé kovové pojivo vhodné pro pojení diamantových drtí v tenkém brusném kotouči. Kompozice tohoto nového pojiva z niklu a cínu s kovovou složkou zvyšující tuhost, s výhodou wolframem, molybdenem, rheniem nebo jejich směsí, poskytuje mimořádnou kombinaci tuhosti, pevnosti a odolnosti proti opotřebení. Udržováním tuhosti zvýšené ve vhodném poměru k niklu a cínu se mohou získat požadované vlastnosti pojiva beztlakovým slinováním nebo lisováním zatepla. Zatímco se tedy používá vybavení pro běžnou práškovou metalurgii, může nové pojivo snadno vytlačit tradiční méně tuhouslitinu bronzuzaloženou na elektrolyticky pokovených niklových pojivech.

Podle toho je navržený brusný kotouč zahrnující brusný disk sestávající v podstatě asi z 2,5 - 50 objemových % brusných zrn a doplňkového množství slinutého pojiva z kompozice skládající se z kovové složky sestávající v podstatě z niklu a cínu a kovu zvyšujícího tuhost vybraného ze skupiny sestávající z molybdenu, rhenia, wolframu a jejich směsí.

Také je navržený způsob řezání obrobku, který zahrnuje

krok uvedení obrobku do styku s alespoň jedním brusným kotoučem obsahujícím brusný disk sestávající v podstatě asi z 2,5 až 50 objemových % brusných zrn a doplňkového množství slinovaného pojiva kompozice zahrnující kovovou složku sestávající v podstatě z niklu a cínu a z kovu zvyšujícího tuhost vybraného ze skupiny sestávající z molybdenu, rhenia, wolframu a směsi alespoň dvou z nich.

Dále ještě poskytuje tento vynález způsob výroby brusného nástroje, který zahrnuje kroky:

(a) zajištění předem zvolených množství přísad ve formě částic zahrnujících

(1) brusná zrna a

(2) pojivovou kompozici sestávající v podstatě z niklového prášku, cínového prášku a prášku kovu zvyšujícího tuhost vybraného ze skupiny sestávající z molybdenu, rhenia, wolframu a jejich směsi,

(b) míchání přísad ve formě částic do formy rovnoměrné směsi,

(c) umístění rovnoměrné směsi do formy předem zvoleného tvaru,

(d) stlačení formy na tlak v rozsahu asi od 345-690 MPa po dobu trvání účinnou pro vytvoření lisovaného výrobku,

(e) ohřátí lisovaného výrobku na teplotu v rozsahu asi 1050-1200 °C po dobu trvání účinnou pro slinování kompozice pojiva a

(f) ochlazení lisovaného výrobku pro vytvoření brusného nástroje.

Navíc se nyní poskytuje kompozice pro slinované pojivo monolitického brusného kotouče zahrnujícího kovovou složku sestávající v podstatě z niklu a cínu a kov zvyšující tuhost vybraný ze skupiny sestávající z molybdenu, rhenia, wolframu a směsi alespoň dvou z nich, u kterého má slinuté pojivo modul pružnosti alespoň kolem 130 GPa a tvrdost podle Rockwella B méně než asi 105.

Nové pojivo podle tohoto vynálezu se může použít na rovné monolitické brusné kotouče. Termín "rovné" se týká té geometrické charakteristiky, že axiální tloušťka kotouče je jednotná úplně od průměru díry pro upínací trn k průměru kotouče. Jednotná tloušťka je s výhodou v rozsahu kolem 20-2.500 μm , výhodněji kolem 20-500 μm a nejvýhodněji kolem 175-200 μm . Rovnoměrnost tloušťky kotouče se drží v úzké toleranci, aby se dosáhlo požadovaného řezného výkonu, zejména se zmenšilo vylamování obrobku a úbytek výřezem. Výhodná je proměnlivost tloušťky menší než asi 5 μm . Typicky je průměr díry pro upínací trn kolem 12-90 mm a průměr kotouče je asi 50-120 mm. Nové pojivo se také může použít s výhodou u monolitických brusných kotoučů, které mají nerovnoměrnou šířku, jako jsou hřídele se silnou vnitřní částí zveřejněné ve výše zmíněném patentu '742.

Termín "monolitický" znamená, že materiál brusného kotouče je úplně rovnoměrná kompozice od průměru díry pro upínací trn až k průměru kotouče. To jest, že celé těleso monolitického kotouče je v podstatě jeden brusný disk, který zahrnuje brusná zrna uložená ve slinutém pojivu. Monolitický kotouč nemá integrální, nebrusnou část pro konstrukční podepření brusné části, jako je kovové jádro, na kterém je připevněná brusná část brusného kotouče.

V podstatě zahrnuje brusný disk podle tohoto vynálezu tři příměsi, totiž brusná zrna, kovovou složku a kovovou složku zvyšující tuhost. Kovová složka a kov zvyšující tuhost tvoří dohromady slinuté pojivo pro držení brusných zrn v požadovaném tvaru kotouče. Slinuté pojivo se dosáhne podrobením těchto složek vhodným slinovacím podmínkám.

Výhodná kovová složka podle tohoto vynálezu je směs niklu a cínu, z nichž hlavní složku představuje nikl.

Termín "kov zvyšující tuhost" znamená prvek nebo směs, která je schopná slévání s kovovou složkou při nebo před slinováním, aby vytvořila slinuté pojivo, které má značně

vyšší modul pružnosti než slinuté pojivo z jediné kovové složky. Výhodné jsou molybden, rhenium a wolfram, které mají modul pružnosti kolem 324, 460 respektive 410 GPa. Tak sestává slinuté pojivo s výhodou v podstatě z niklu, cínu a molybdenu, rhenia, wolframu nebo směsi alespoň dvou z molybdenu, rhenia a wolframu. Když se použije smíšený zvyšovací prostředek tuhosti, je jako hlavní složka této směsi zvyšující tuhost přítomný s výhodou molybden, zatímco rhenium a/nebo wolfram jsou každý frakce minoritní. "Hlavní frakcí" je míněno více než 50 % hmotnosti.

Bylo zjištěno, že tuhost zpevněného pojiva by se u brusného výrobku z výše zmíněné směsi relativně vůči běžným kotoučům značně zvýšila. U jednoho výhodného provedení je modul pružnosti nového tvrdě pojeného brusného kotouče alespoň kolem 100 GPa, s výhodou asi kolem 130 GPa a výhodněji asi kolem 160 GPa.

Primární předpoklad pro výběr brusného zrna je, že brusný materiál musí být tvrdší než materiál, který se má brousit nebo řezat. Obvykle se budou brusná zrna tenkých brusných kotoučů vybírat z velmi tvrdých materiálů, protože tyto kotouče se typicky používají pro broušení mimořádně tvrdých materiálů, jako je oxid hlinitý-karbid titanu. Reprezentativní tvrdé brusné materiály pro použití u tohoto vynálezu jsou takzvaná superabraziva, jako je diamant a kubický nitrid bóru, a další tvrdá brusiva, jako je karbid křemíku, tavený oxid hliníku, mikrokryсталický oxid hlinitý, nitrid křemíku, karbid bóru a karbid wolframu. Použít se mohou také směsi alespoň dvou z těchto brusiv. Výhodný je diamant.

Brusná zrna se obvykle používají ve formě jemných částic. Pro řezání křemíkových destiček a puků z oxidu hlinitého a karbidu titanu na plátky bude obecně velikost částice drti v rozsahu vybraného pro snížení vylamování okrajů obrobku. S výhodou by měla být velikost částice drti

v rozsahu kolem 10 až 25 μm a výhodněji kolem 15 až 25 μm . Typická zrna diamantového brusiva vhodná pro použití u tohoto vynálezu mají rozložení velikosti částic 10/20 μm a 15/25 μm , kde "10/20" označuje, že v podstatě všechny z diamantových částic projdou přes otvor oka 20 μm a jsou zachycené na oku 10 μm .

Díky kovové složce zvyšující tuhost vytváří slinuté pojivo značně tužší pojivo, to jest s vyšším modulem pružnosti než běžná slinutá kovová pojiva používaná u brusných aplikací. Protože nová kompozice poskytuje relativně jemné slinuté pojivo, pojivo se odírá při rychlosti vhodné pro vypuzování tupých zrn během broušení. V důsledku toho bude tento kotouč řezat mnohem volněji s menší snahou k zanášení a pracuje tedy při menší spotřebě energie. Nové pojivo podle tohoto vynálezu tak poskytuje výhody pevných, jemných kovových pojiv spojené s vysokou tuhostí pro přesné řezání a nízkou ztrátu prořezem.

Jak kovová složka, tak i kovová složka zvyšující tuhost jsou s výhodou zahrnuté do kompozice pojiva ve formě částic. Tyto částice mají mít malou velikost částice, aby napomohly dosáhnout rovnoměrnou koncentraci v celém slinutém pojivu a maximální kontakt s brusnými zrny pro vyvinutí vysoké soudržnosti se zrny. Výhodné jsou jemné částice o největším rozměru kolem 44 μm . Velikost částice kovových prášků může být stanovena přefiltrováním částic přes síto s přesně stanovenou velikostí oka. Například největší částice s nominální velikostí 44 μm projdou přes síto s oky 325 U.S. standard.

U jednoho výhodného provedení zahrnuje tvrdě pojený, tenký brusný kotouč slinuté pojivo z asi 38-86 % hmotnosti niklu, kolem 10-25 % hmotnosti cínu a kolem 4-40 % hmotnosti kovu zvyšujícího tuhost, kde celek dává 100 % hmotnosti, s výhodou kolem 43-70 % hmotnosti niklu, kolem 10-20 % hmotnosti cínu a kolem 10-40 % hmotnosti kovu zvyšujícího

tuhost a výhodněji pak kolem 43-70 % hmotnosti niklu, kolem 10-20 % hmotnosti cínu a kolem 20-40 % hmotnosti kovu zvyšujícího tuhost.

Tento nový brusný kotouč se v podstatě vyrábí procesem slinování takzvaného typu s "nevytápěným lisem" nebo "vytápěným lisem". U procesu s nevytápěným lisem, na který se občas odkazuje jako na "beztlakové slinování", se směs komponent zavádí do formy požadovaného tvaru a vysoký tlak se aplikuje při teplotě místnosti, aby se získal kompaktní ale drobivý lisovaný výrobek. Vysoký tlak je obvykle asi nad 300 MPa. Následně se tlak uvolní a lisovaný výrobek se odstraní z formy a pak se ohřeje na slinovací teplotu. Ohřátí pro slinování se normálně dělá, když je slisovaný výrobek tlakově zatížen menším tlakem, než je tlak předslinovacího kroku, to jest méně než asi 100 MPa a s výhodou méně než asi 50 MPa. Během tohoto slinování za nízkého tlaku může být lisovaný výrobek, jako je disk pro tenký brusný kotouč, s výhodou umístěný ve formě a/nebo vložený mezi plochými deskami.

U postupu s vytápěným lisem se směs složek kompozice pojiva ve formě částic umístí do formy, typicky z grafitu, a stlačí se na vysoký tlak jako při studeném procesu. Avšak tento vysoký tlak se udržuje zatímco teplota se zvyšuje a tím se dosahuje zhušťování, zatímco je předlisek pod tlakem.

Počáteční krok procesu brusného kotouče zahrnuje plnění komponent do formy dodávající tvar. Tyto komponenty se mohou přidávat jako rovnoměrná směs oddělených brusných zrn, složkových částic komponentního kovu a složkových částic kovové složky zvyšující tuhost. Tato rovnoměrná směs se může vytvořit za použití jakéhokoli vhodného mechanického mísicího zařízení známého ve stavu techniky pro mísení směsí zrn a částic v předem zvoleném poměru. Ilustrativní mísicí vybavení může zahrnovat dvojkuželové čistící bubny, dvouplášťové čistící bubny ve tvaru V, šneková míchadla,

čistící bubny s horizontálním bubnem a stacionární plášťové mísiče s vnitřním šnekem.

Nikl a cín mohou být předem slité. Další volba zahrnuje kombinování a poté smísení do rovnoměrnosti běžné kompozice slitiny nikl/cín ve formě částecek, přídavných částecek niklu a/nebo cínu, částecek kovu zvyšujícího tuhost a brusných zrn.

Tato směs komponent, které se mají dávkovat do formy utvářející tvar může zahrnovat menší množství volitelných výrobních pomocných prostředků, jako je parafinový vosk, "Acrovosk" a stearat zinečnatý, které se obvykle používají v průmyslu brusiv.

Jakmile je rovnoměrná směs připravená, dávkuje se do vhodné formy. Při jednom výhodném slinovacím procesu s nevytápěným lisem se může obsah směsi stlačit zevně vyvíjeným mechanickým tlakem při teplotě okolí asi na 345-690 MPa. Pro tuto operaci se může například použít příklopový lis. Stlačení se obvykle udržuje asi po dobu 5-15 sekund, načež se tlak uvolní a polotovar se ohřeje na slinovací teplotu.

Ohřívání by se mělo provádět v inertní atmosféře, jako ve vakuu o nízkém absolutním tlaku nebo pod pláštěm inertního plynu. Náplň formy se následně zahřeje na slinovací teplotu. Slinovací teplota se má držet po dobu trvání účinnou pro slinování komponent směsi. Tato slinovací teplota má být dost vysoká, aby vyvolala, že kompozice směsi zhoustne, ale neroztaví se v podstatě úplně. Je důležité vybrat kovové pojivo a kovové složky zvyšující tuhost, které nevyžadují spékání při tak vysokých teplotách, aby se brusná zrna nepříznivě poškodila. Například diamant začíná grafitizovat asi nad 1100 °C. Normálně je žádoucí slinovat kotouče s diamantovým brusivem pod touto teplotou. Protože nikl a některé niklové slitiny jsou vysokotavitelné, je normálně nezbytné slinovat kompozici pojiva podle tohoto

vynálezu při nebo nad počáteční teplotou grafitizace diamantu, například při teplotách v rozsahu kolem 1050-1200 °C. Slinování se může dosáhnout v tomto teplotním rozsahu bez vážného zhoršení diamantu, pokud je vystavení teplotě nad 1100 °C omezené na krátké doby trvání, jako je méně než asi 30 minut a s výhodou méně než asi 15 minut.

Podle jednoho výhodného aspektu tohoto vynálezu se může ke kompozici pojiva přidávat pro dosažení specifických výsledků přídatná kovová složka. Například se může k pojivu obsahujícímu nikl přidávat jako snižující přípravek slinovací teploty menší frakce bóru a tím dále zmenšovat riziko grafitizace diamantu snižováním slinovací teploty. Výhodné jsou nanejvýš asi 4 díly hmotnosti (pbw) bóru na 100 dílů hmotnosti (pbw) niklu.

U jednoho výhodného procesu slinování s vytápěným lisem jsou podmínky obecně tytéž jako pro lisování zastudena, kromě toho, že tlak se udržuje až do dokončení slinování. Ať už při beztlakovém lisování nebo lisování zatepla, dovoluje se po slinování s výhodou slinutým výrobkům, aby se na teplotu okolí ochladily poznenáhlu. Pro chlazení se s výhodou používá přirozené nebo nucené proudění okolního vzduchu. Chlazení šokem je nežádoucí. Výrobky se dokončují běžnými metodami, jako je lapování, aby se získaly požadované rozměrové tolerance.

Je výhodné použít kolem 2,5 až 50 % objemu brusných zrn a doplňkové množství slinutého pojiva ve slinutém výrobku. S výhodou by měly póry zabírat nejvýš kolem 10 % objemu zhuštěného výrobku, to jest pojiva a brusiva, a výhodněji méně než asi 5 % objemu. Slinuté pojivo má typicky tvrdost kolem 100 až 105 Rockwell B a povrchová tvrdost brusného kotouče leží normálně v rozsahu 70 až 80 na 15 N stupnici.

Výhodný brusný nástroj podle tohoto vynálezu je brusný kotouč. Podle toho je typický tvar odlitku tvar tenkého disku. Takové odlitky jsou obvykle narovnané ve vertikálním

stohu, oddělené grafitovou deskou mezi sousedními disky. Může se použít tuhý diskový odlitek, v kterémžto případě se může po slinování odstranit středová část disku, aby se vytvořila díra pro vřeteno. Alternativně se pro vytvoření díry pro vřeteno in situ může použít prstencově tvarovaný odlitek. Tato poslední technologie se vyhýbá odpadu díky vypuštění středové části slinutého disku naložené brusivem.

Tento vynález je nyní ilustrovaný příklady určitých jeho reprezentativních provedení, kde, pokud není označeno jinak, jsou všechny díly, poměry a procentuální podíly hmotnostní a velikosti částic jsou vyjádřené označením velikosti ok síta U.S. standard. Všechny jednotky váhy a rozměry, které nebyly původně získány v jednotkách SI, byly do jednotek SI převedeny.

PŘÍKLADY

Příklad 1

Prášek niklu (3-7 μm , Acupowder International Co., New Jersey), prášek cínu (<325 ok Acupowder International Co.) a prášek molybdenu (2-4 μm , Cerac Corporation) byly zkombinovány v poměrech 58,8 % Ni, 17,6 % Sn a 23,50 % Mo. Tato kompozice pojiva byla prohnána přes síto z nerezavějící oceli o velikosti ok 165, aby se odstranily aglomeráty, a prosátá směs byla důkladně promísena ve značkovém mísiči "Turbula" (Glen Mills Corporation, Clifton, New Jersey) po dobu 30 minut. Ke kovové směsi byla přidána zrna (15-25 μm) diamantového brusiva od GE Superabrasives, Worthington, Ohio pro vytvoření 37,5 % objemu celkové směsi kovu a diamantu. Tato směs byla mísená v mísiči Turbula po dobu 1 hodiny, aby se získala rovnoměrná kompozice brusiva a pojiva.

Kompozice brusiva a pojiva byla umístěna do ocelové formy, která měla vnitřní dutinu o vnějším průměru 119,13 mm, vnitřním průměru 6,35 mm a stejnoměrné hloubce 1,27 mm. "Surový" kotouč byl vytvarován stlačením formy při teplotě okolí při 414 MPa (4,65 tun/cm²) po dobu 10 sekund. Tento

surový kotouč se odstranil z formy, pak se ohřál na 1.150 °C při 32.0 MPa (0,36 tun/cm²) po dobu 10 minut mezi grafitovými deskami v grafitové formě. Po ochlazení přírodním vzduchem ve formě byl hřídel zpracován na konečnou velikost 114,3 mm vnějšího průměru, 69,88 mm vnitřního průměru (průměr díry pro upínací trn) a 0,178 mm tloušťky běžnými postupy zahrnujícími vyrovnaní na předem zvolené házení a počáteční orovnaní za podmínek udaných v Tabulce I.

Tabulka I
Regulující podmínky příkladů 1-2

vyrovnaný kotouč	
rychlost	5593 ot./min.
rychlost posuvu	100 mm/min.
obnažení od příruby	3,68 mm
vyrovnávací kotouč	model č. 37C220-H9B4
složení	karbid křemíku
průměr	112,65 mm
rychlost	3000 ot./min.
rychlost příčného posuvu	305 mm/min.
počet pracovních zdvihů	
při 2,5 μm	40
při 1,25 μm	40
počáteční vyrovnaní	
rychlost kotouče	2500 ot./min.
orovnávací brousek	typ 37C500-GV
šířka orovnávacího brousku	12,7 mm
vniknutí	2,54 mm
rychlost posuvu	100 mm/min.
počet pracovních zdvihů	12,00

Příklad 2 a porovnávací příklad 1

Nový kotouč vyrobený, jak je popsáno v příkladu 1, a běžný, komerčně dostupný kotouč pro tuto aplikaci téže velikosti (porovn. příklad 1) byly zkoušeny podle postupu popsaného níže. Kompozice porov. příkl. 1 byla 48,2 % Co, 20,9 % Ni, 11,5 % Ag, 4,9 % Fe, 3,1 % Cu, 2,2 % Sn a 9,3 % diamantu 15/25 μm . Tento postup zahrnoval řezání řady řezů blokem 150 mm dlouhým x 150 mm širokým x 1,98 mm tlustým typu 3M-310 (Minnesota Mining and Manufacturing Co., Minneapolis, Minnesota) oxidu hlinitého-karbidu titanu lepeného na grafitový substrát. Před každým řezem byly kotouče orovnávány jak je popsáno v tabulce I, kromě toho, že byl použit jediný orovnávací průchod na zářez a šířka orovnávacího brousku 19 mm (12,7 mm pro porov. příkl. 1). Brusné kotouče byly namontované mezi dvěma kovovými podpěrnými rozpěrkami o vnějším průměru 106,93 mm. Rychlost kotouče byla 7500 ot./min. (9000 ot./min. pro porov. příkl. 1). Byla použita rychlost posuvu 100 mm/min. a hloubka řezu 2,34 mm. Řezání bylo chlazeno proudem 56,4 L/min. 5 % přísady proti korozi stabilizované demineralizovanou vodou vytlačovanou obdelníkovou tryskou 1,58 mm x 85,7 mm při tlaku 2,8 kg/cm².

Výsledky řezání jsou uvedené v tabulce II. Nový kotouč sloužil oproti všem kritériím řezného výkonu dobře. Například při druhé sérii řezů byla největší velikost prořezu menší než velikost prořezu porovnávacího kotouče a pokračovala v poklesu na 7 μm ve čtvrté sérii řezů. Přímost řezu byla lepší než u porovnávacího kotouče a opotřebení kotouče bylo na úrovni c porov. příkl. 1. Pozoruhodné bylo také to, že kotouč podle porov. příkl. 1 musel být provozován při rychlosti otáčení větší o 20 % a odebíral asi o 52 % větší energii než nový kotouč (kolem 520 W oproti asi 340 W).

Tabulka II

	Řezy		Kumul řezná délka m	Opotřebení kotouče			Obrobek		Rovin nost řezu μm	Točivý energ příkon W
	Poč.	poč.		Radiál μm	Kumul μm	Faktor ¹ μm/m	Max třís. μm	Prům třís. μm		
Příkl. 1	9	9	1.35	5.08	5.08	7.4	13	<5	<5	272-328
	9	18	2.70	5.08	10.16	7.4	8	<5	<5	336-288
	9	27	4.05	2.54	12.70	3.7	8	<5	<2.5	288-298
	9	36	5.40	2.54	16.24	3.7	7	<5	<5	264-298
Por.př. 1	9	9	1.35	5.08	5.08	3.7	11	<5	<5	520-530
	9	18	2.70	10.16	15.24	7.4				
	9	27	4.05	5.08	20.32	3.7				
	9	36	5.40	2.54	22.86	1.9	10	<5	<5	
	9	45	6.75	5.08	27.94	3.7				
	9	54	8.10	2.54	30.48	1.9				
	9	63	9.45	5.08	35.56	3.7	14	<5	<5	580-678

¹Faktor opotřebení = radiální opotřebení kotouče dělené délkou řezaného obrobku.

Příklady 3-4 a porovnávací příklady 2-6

Byla testována tuhost různých brusných kotoučů a kompozic pojiv. Jemné kovové prášky s diamantovými zrny a bez nich byly kombinovány v poměrech uvedených v tabulce III a byly míchány na rovnoměrné složení jako v příkladu 1. Stlačením těchto směsí do formičky ve tvaru kosti pro psa při teplotě okolí a za tlaku v rozsahu 414-620 MPa (30-45 tun/in²) po dobu trvání 10 sekund a následným slinováním ve vakuu, jak je popsáno v příkladu 1, byly vyrobeny zkušební tyče.

Zkušební tyče byly podrobeny zvukové analýze modulu a standardnímu měření modulu v tahu na trhacím stroji Model 3404 Instron. Výsledky jsou udané v tabulce III. Modul v tahu vzorku nového kotouče (příkl. 3) daleko překračoval 100

GPa a byl neuvěřitelně vyšší než moduly běžných tenkých brusných kotoučů (porov. příkl. 2 a 4).

Příklad 4 demonstruje, že slinuté pojivo obsahující kov zvyšující tuhost vytváří relativně vzhledem ke kompozicím běžných pojiv z porov. příkl. 3 a 5 značně vyšší tuhost. Má se za to, že tato vysoce slinutá kompozice pojiva je příznivěji spolehlivější pro celkovou vysokou tuhost brusného nástroje. Navíc poskytují tyto nové niklo-cínové kompozice prostředku zvyšujícího tuhost podle tohoto vynálezu mimořádnou tuhost bez ztráty pevnosti pojiva, slinuté hustoty nebo dalších výrobních charakteristik kotouče. Tyto nové kompozice pojiva jsou tak užitečné pro zhotovování brusných nástrojů a zejména tenkých brusných kotoučů pro řezání mimořádně tvrdých obrobků.

Tabulka III

			por.	por.	por.	por.
	př.3*	př.4**	př.2	př.3	př.4	př.5

měď, hm.%			70	70	62	62
cín, hm.%	17,6	17,6	9,1	9,1	9,2	9,2
nikl, hm.%	58,8	58,8	7,5	7,5	15,3	15,3
molybden	23,6	23,6				
železo, hm.%			13,4	13,4	13,5	13,5
diamant, obj.%	18,8		18,8		18,8	
sonický						
modul, GPa	148		95		99	
modul						
v tahu, GPa	166	210		106	103	95

* slinováno s nevyhříváním lisem (beztlakové slinování)

** slinováno s vyhříváním lisem

Příklad 5

Zkušební tyčka pojivové kompozice z 14 % cínového, 48 % niklového a 38 % wolframového prášku byla připravena jako v příkladech 3-4 a zkoušena na modul pružnosti. Modul v tahu byl 303 GPa. Pro porovnání, elementární nikl, cín a wolfram mají moduly pružnosti 207, 41,3 respektive 410 GPa. Ačkoliv tento vzorek neobsahoval.

Ačkoliv byly pro ilustraci v příkladech vybrány specifické formy vynálezu a předcházející popis se drží ve specifických termínech pro účely popisu těchto forem vynálezu, není tento popis určený pro omezování rozsahu vynálezu, který je definovaný v nárocích.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Brusný kotouč zahrnující brusný disk sestávající v podstatě z kolem 2,5 - 50 objemových % brusných zrn a doplňkového množství slinutého pojiva z kompozice obsahující kovovou složku skládající se v podstatě z niklu a cínu a kov zvyšující tuhost vybraný ze skupiny sestávající z molybdenu, rhenia, wolframu a jejich směsi.

2. Brusný kotouč podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že disk má modul pružnosti alespoň kolem 130 GPa.

3. Brusný kotouč podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kovová složka sestává v podstatě z hlavní frakce niklu a menší frakce cínu.

4. Brusný kotouč podle nároku 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že slinuté pojivo zahrnuje
(a) kolem 38 - 86 % hmotnosti niklu;
(b) kolem 10 - 25 % hmotnosti cínu a
(c) kolem 4 - 40 % hmotnosti kovu zvyšujícího tuhost a že úhrn (a), (b) a (c) je 100 % hmotnosti.

5. Brusný kotouč podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kov zvyšující tuhost je molybden.

6. Brusný kotouč podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kov zvyšující tuhost je rhenium.

7. Brusný kotouč podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kov zvyšující tuhost je wolfram.

8. Brusný kotouč podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kov zvyšující tuhost je směs alespoň dvou z molybdenu, rhenia a wolframu.

9. Brusný kotouč podle nároku 8, v y z n a č u j í c í s e t í m, že hlavní frakce směsi je molybden.

10. Brusný kotouč podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že slinuté pojivo zahrnuje slinutý prášek niklu, prášek cínu a prášek kovu zvyšujícího tuhost.

11. Brusný kotouč podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že brusná zrna jsou z tvrdého brusiva vybraného ze skupiny sestávající z diamantu, kubického nitridu bóru, karbidu křemíku, taveného oxidu hlinitého, mikrokrystalické aluminy resp. přirozeného oxidu hlinitého, nitridu křemíku, karbidu bóru, karbidu wolframu a směsí alespoň dvou z nich.

12. Brusný kotouč podle nároku 11, v y z n a č u j í c í s e t í m, že brusná zrna jsou diamant.

13. Brusný kotouč podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že má stejnou šířku v rozsahu 20 až 2.500 μm .

14. Brusný kotouč podle nároku 13, v y z n a č u j í c í s e t í m, že brusná zrna zabírají kolem 20 až 50 % objemu kotouče a póry zabírají nanejvýš kolem 10 % objemu slinutého pojiva a brusiva.

15. Brusný kotouč podle nároku 13, v y z n a č u j í c í s e t í m, že sestává v podstatě z brusného disku, který má obvodový prstenec o průměru kolem 40 až 120 mm, který definuje osovou díru pro vřeteno kolem 12 až 90 mm, který má jednotnou šířku v rozsahu kolem 175 až 200 μm a který v

podstatě sestává z diamantových zrn a slinutého pojiva zahrnujícího kolem 18 % hmotnosti cínu, kolem 24 % hmotnosti molybdenu a kolem 58 % hmotnosti niklu.

16. Brusný kotouč podle nároku 13, v y z n a č u j í c í s e t í m, že sestává v podstatě z brusného kotouče, který má obvodový prstenec o průměru asi 40 až 120 mm, který definuje osovou díru pro vřeten o kolem 12 až 90 mm, který má stejnoměrnou šířku v rozsahu kolem 175 až 200 μm a který v podstatě sestává z diamantových zrn a slinutého pojiva zahrnujícího kolem 18 % hmotnosti cínu, kolem 24 % wolframu a kolem 58 % hmotnosti niklu.

17. Brusný kotouč podle nároku 13, v y z n a č u j í c í s e t í m, že v podstatě sestává z brusného disku, který má obvodový prstenec o průměru asi 40 až 120 mm, který definuje osovou díru pro vřeten o 12 až 90 mm, který má stejnoměrnou šířku v rozsahu kolem 175 až 200 μm a který sestává v podstatě z diamantových zrn a slinutého pojiva zahrnujícího kolem 18 % hmotnosti cínu, kolem 24 % hmotnosti rhénia a kolem 58 % hmotnosti niklu.

18. Způsob řezání obrobku, který zahrnuje krok uvedení obrobku do styku s alespoň jedním brusným kotoučem zahrnujícím brusný disk sestávající v podstatě z asi 2,5 až 50 objemových % brusných zrn a doplňkového množství slinutého pojiva z kompozice zahrnující kovovou složku, sestávající v podstatě z niklu a cínu, a kov zvyšující tuhost, vybraný ze skupiny sestávající z molybdenu, rhénia, wolframu a směsi alespoň dvou z nich.

19. Způsob podle nároku 18, v y z n a č u j í c í s e t í m, že brusný kotouč v podstatě sestává z brusného disku, který má obvodový prstenec o průměru kolem 40 až 120 mm,

který definuje osovou díru pro vřeteno asi 12 až 90 mm a který má stejnoměrnou šířku v rozsahu kolem 175 až 200 μm , přičemž brusný disk v podstatě sestává z diamantových zrn ve slinutém pojivu z kompozice zahrnující kolem 38 až 86 % hmotnosti niklu, 10 až 25 % hmotnosti cínu a 4 až 40 % hmotnosti molybdenu, přičemž součet niklu, cínu a molybdenu je 100 % hmotnosti.

20. Způsob podle nároku 18, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obrobek je vybráný z alumina-karbid titanu a křemíku.

21. Způsob podle nároku 18, v y z n a č u j í c í s e t í m, že brusný kotouč sestává v podstatě z brusného disku, který má obvodový prstenec o průměru kolem 40 až 120 mm, který definuje osovou díru pro vřeteno kolem 12 až 90 mm a který má stejnoměrnou šířku v rozsahu kolem 175 až 200 μm , přičemž brusný disk sestává v podstatě z diamantových zrn ve slinutém pojivu kompozice zahrnující kolem 38 až 86 % hmotnosti niklu, 10 až 25 % hmotnosti cínu a 4 až 40 % hmotnosti wolframu, přičemž součet niklu, cínu a wolframu je 100 % hmotnosti.

22. Způsob podle nároku 21, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obrobek je vybráný z almina-karbid titanu a křemíku.

23. Způsob podle nároku 18, v y z n a č u j í c í s e t í m, že brusný kotouč sestává v podstatě z brusného disku, který má obvodový prstenec o průměru asi 40 až 120 mm, který definuje osovou díru pro vřeteno kolem 12 až 90 mm a který má stejnoměrnou šířku v rozsahu kolem 175 až 200 μm , přičemž brusný disk sestává v podstatě asi z diamantových zrn ve slinutém pojivu z kompozice zahrnující asi 38 až 86 %

hmotnosti niklu, 10 až 25 % hmotnosti cínu a 4 až 40 % hmotnosti rhenia, takže celek niklu, cínu a rhenia je 100 % hmotnosti.

24. Způsob podle nároku 23, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obrobek se vybere z alumina-karbid titanu a křemíku.

25. Způsob zhotovení brusného nástroje zahrnující kroky

- (a) zajištění předem zvolených množství přísad ve formě částic, skládajících se z
 - (1) brusných zrn a
 - (2) kompozice pojiva sestávající v podstatě z prášku niklu, práčku cínu a prášku kovu zvyšujícího tuhost vybraného ze skupiny sestávající z molybdenu, rhenia, wolframu a jejich směsí,
- (b) smísení přísad ve formě částic do formy homogenní kompozice,
- (c) umístění této homogenní kompozice do formy předem zvoleného tvaru,
- (d) stlačení formy tlakem v rozsahu kolem 345 až 690 MPa po dobu účinnou pro vytvoření lisovaného výrobku,
- (e) ohřátí lisovaného výrobku na teplotu v rozsahu asi 1050 až 1200 °C po dobu účinnou pro slinování kompozice pojiva a
- (f) ochlazení tohoto slisovaného výrobku pro vytvoření brusného nástroje.

26. Způsob podle nároku 25, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále zahrnuje krok snížení tlaku na slisovaný výrobek na nízký tlak menší než 100 MPa po kroku stlačení a zachování tohoto nízkého tlaku po dobu kroku ohřívání.

27. Způsob podle nároku 26, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se tlak na vylisovaný výrobek udržuje během kroku ohřívání v rozsahu kolem 25 až 75 MPa.

28. Způsob podle nároku 26, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přísady ve formě částic zahrnují (a) kolem 38 až 86 % hmotnosti niklu, (b) kolem 10 až 25 % hmotnosti cínu a (c) kolem 4 až 40 % hmotnosti molybdenu, přičemž součet (a), (b) a (c) je 100 % hmotnosti.

29. Způsob podle nároku 26, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přísady ve formě částic zahrnují (a) kolem 38 až 86 % hmotnosti niklu, (b) kolem 10 až 25 % hmotnosti cínu a (c) kolem 4 až 40 % hmotnosti wolframu, přičemž součet (a), (b) a (c) je 100 % hmotnosti.

30. Způsob podle nároku 26, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přísady ve formě částic zahrnují (a) kolem 38 až 86 % hmotnosti niklu, (b) kolem 10 až 25 % hmotnosti cínu a (c) kolem 4 až 40 % hmotnosti rhenia, přičemž součet (a), (b) a (c) je 100 % hmotnosti.

31. Způsob podle nároku 26, v y z n a č u j í c í s e t í m, že brusný nástroj je disk, který má stejnou šířku v rozsahu kolem 175 až 200 μm , obvodový prstenec o průměru asi 40 až 120 mm a tento disk definuje osovou díru pro vřeteno kolem 12 až 90 mm.

32. Způsob podle nároku 26, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přísady ve formě částic dále obsahují kolem 20 až 50 % objemu brusných zrn tvrdého brusiva vybraného ze skupiny sestávající z diamantu, kubického nitridu bóru, karbidu křemíku, spékaného oxidu hlinitého, mikrokrystalické

alumíny resp. přirozeného oxidu hlinitého, nitridu křemíku, karbidu bóru, karbidu wolframu a směsí alespoň dvou z nich.

33. Způsob podle nároku 32, v y z n a č u j í c í s e t í m, že brusná zrna jsou diamant.

34. Způsob podle nároku 25, v y z n a č u j í c í s e t í m, že krok ohřívání se provádí, zatímco se slisovaný výrobek udržuje pod tlakem kroku stlačování.

35. Způsob podle nároku 34, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přísady ve formě částic zahrnují (a) kolem 38 až 86 % hmotnosti niklu, (b) kolem 10 až 25 % hmotnosti cínu a (c) kolem 4 až 40 % hmotnosti molybdenu, přičemž součet (a), (b) a (c) je 100 % hmotnosti.

36. Způsob podle nároku 34, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přísady ve formě částic zahrnují (a) kolem 38 až 86 % hmotnosti niklu, (b) kolem 10 až 25 % hmotnosti cínu a (c) kolem 4 až 40 % hmotnosti wolframu, přičemž součet (a), (b) a (c) je 100 % hmotnosti.

37. Způsob podle nároku 34, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přísady ve formě částic zahrnují (a) kolem 38 až 86 % hmotnosti niklu, (b) kolem 10 až 25 % hmotnosti cínu a (c) kolem 4 až 40 % hmotnosti rhenia, přičemž součet (a), (b) a (c) je 100 % hmotnosti.

38. Způsob podle nároku 34, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přísady ve formě částic dále obsahují kolem 20 až 50 % objemu brusných zrn tvrdého brusiva vybraného ze skupiny sestávající z diamantu, kubického nitridu bóru, karbidu křemíku, spékaného oxidu hlinitého, mikrokrystalické

aluminy resp. přirozeného oxidu hlinitého, nitridu křemíku, karbidu bóru, karbidu wolframu a směsí alespoň dvou z nich.

39. Způsob podle nároku 38, v y z n a č u j í c í s e t í m, že brusná zrna jsou diamant.

40. Kompozice pro slinuté pojivo monolitického brusného kotouče, v y z n a č u j í c í s e t í m, že zahrnuje kovovou složku, sestávající v podstatě z niklu a cínu, a kov zvyšující tuhost vybraný ze skupiny sestávající z molybdenu, rhenia, wolframu a směsí alespoň dvou z nich, kde slinuté pojivo má modul pružnosti alespoň kolem 130 GPa a tvrdost podle Rockwella B méně než asi 105.

41. Kompozice podle nároku 40, v y z n a č u j í c í s e t í m, že sestává v podstatě z asi 38 až 86 % hmotnosti niklu, kolem 10 až 25 % hmotnosti cínu a asi 4 až 40 % hmotnosti kovu zvyšujícího tuhost, přičemž součet niklu, cínu a kovu zvyšujícího tuhost je 100 % hmotnosti.

42. Kompozice podle nároku 40, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kov zvyšující tuhost je molybden.

43. Kompozice podle nároku 40, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kov zvyšující tuhost je wolfram.

44. Kompozice podle nároku 40, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kov zvyšující tuhost je rhenium.

45. Kompozice podle nároku 40, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kov zvyšující tuhost je směs alespoň dvou z molybdenu, rhenia a wolframu.

20.04.01

- 25 -

46. Kompozice podle nároku 45, v y z n a č u j í c í
s e t í m, že molybden je hlavní frakce směsi.