

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2003-1314

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

B 23 B 27/16

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



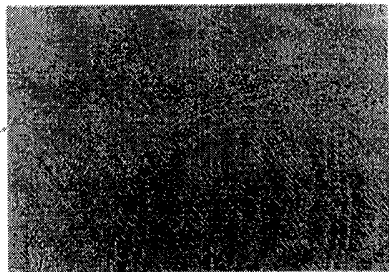
ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

- (22) Přihlášeno: **13.05.2003**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **21.05.2002**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **2002/10222347**
(33) Země priority: **DE**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13.10.2004**
(Věstník č. 10/2004)

- (71) Přihlašovatel:
WALTER AG, Tübingen, DE
(72) Původce:
Holzschuh Helga, Mehrstetten, DE
(74) Zástupce:
Matějka Jan JUDr., Národní 32, Praha, 11000

- (54) Název přihlášky vynálezu:
**Řezné těleso, způsob výroby vrstvy z tvrdokovu
a použití řezného tělesa**

- (57) Anotace:
Řezné těleso má základní těleso s povlakem, přičemž povlak má alespoň jednu vrstvu (6) z TiBN s obsahem bóru větším nebo rovným 6 at. %. Při výrobě vrstvy z tvrdokovu pro řezné těleso se umístí těleso, na kterém se má vytvořit povlak, do reaktoru při procesním tlaku v rozmezí 6 až 95 kPa a teplotě v rozmezí 700 °C až 1050 °C, přičemž atmosféra obsahuje prekursory pro titan a bor, jakož i dusík a/nebo dusíkaté sloučeniny. Řezné těleso se použije k obrábění ocelových obrobků, ocelolitinových materiálů a materiálů z šedé litiny.



CZ 2003 - 1314 A3

č.j. 36036

PV 2003 - 1314
21.05.03 *

l' o
Řezná tělesa, způsob výroby vrstvy z tvrdokovu a použití
řezného tělesa

Oblast techniky

Vynález se týká řezných těles, zejména k třískovému obrábění obrobků, způsobu výroby vrstvy z tvrdokovu, zejména pro řezné těleso a použití řezného tělesa.

Dosavadní stav techniky

Vrstvy z tvrdého materiálu k snížení opotřebení, k snížení tření nebo k podobným účelům jsou známy v různých složeních a způsobech výroby. Zejména jsou známy titanbornitridové vrstvy (vrstvy z TiBN). DE 43 43 354 A1 v tomto smyslu popisuje výrobu vrstvy z TiBN pomocí způsobu PVD (physical vapour deposition, tj. fyzické ukládání par). Vrstva z TiBN přitom vzniká odpařováním boridu titanu způsobem PVD při teplotě pro vytváření povlaku kolem 200 °C. K odlučování boridu titanu dochází z plazmy pro vytváření povlaku.

Je obtížné integrovat výrobu vrstvy z TiBN typu PVD do způsobu, který jiné vrstvy vyrábí způsobem CVD (chemical vapour deposition, tj. chemické ukládání par).

Z EP 0 732 423 B1 jsou známy struktury vrstev, které obsahují vrstvy z TiBN. Vrstvy z TiBN jsou určeny jako mezivrstvy mezi jinými vrstvami sloužící ke zlepšení přilnavosti. Vrstvy se vyrábějí při odlučovací teplotě 1000 °C způsobem CVD.

Dále je z dokumentu Bartsch, Leonhardt, Wolf "Composition Oscillations in Hard Material Layers Deposited from the Vapour Phase", Journal de Physique IV, Colloque C2, suppl. au Journal de Physique II, sv. 1, září 1991, známa výroba vrstvy z TiBN, která se skládá z vrstvených složek z TiN_x a TiB_2 . K výrobě těchto oscilujících vrstev se provádí povlakování v reaktoru s chladnými stěnami při teplotě 1300 K (asi 1000 °C) způsobem CVD.

Úkolem vynálezu je poskytnout řezné těleso, které je opatřeno velmi tvrdým povlakem. Mimoto je úkolem vynálezu poskytnout způsob výroby těchto tvrdých vrstev.

Podstata vynálezu

Řezná tělesa, zejména k třískovému obrábění obrobků, podle vynálezu spočívají v tom, že mají základní těleso s povlakem, přičemž povlak má alespoň jednu vrstvu z TiBN s obsahem bóru větším nebo rovným 6 at. %.

Způsob výroby vrstvy z tvrdokovu, zejména pro řezné těleso, podle vynálezu spočívá v tom, že se umístí těleso, na kterém se má vytvořit povlak, do reaktoru při procesním tlaku v rozmezí 6 až 95 kPa a teplotě v rozmezí 700 °C až 1050 °C, přičemž atmosféra u způsobu obsahuje prekursory pro titan a bor, jakož i dusík anebo dusíkaté sloučeniny.

Podstatou vynálezu je dále použití řezného tělesa k obrábění ocelových obrobků nebo ocelolitinových materiálů a materiálů z šedé litiny.

Řezná hlava podle vynálezu má základní těleso pokryté povlakem tvořeným vrstvou z TiBN nebo obsahuje takovou vrstvu, která má obsah boru ≥ 6 at. %. Taková vrstva může dosáhnout tvrdosti přes 4500 HV100. Navíc se ukazuje, že taková vrstva dobře drží i na základních materiálech obsahujících uhlík, jako je karbid wolframu nebo na jiných vrstvách, které mohou být prostoupeny uhlíkem ze základního materiálu. Dá se tak vytvořit řezná vložka nebo řezné nástroje s nejlepšími obráběcími vlastnostmi.

Vrstva z TiBN je s výhodou vrstva se směsí fází TiN a TiB₂. Vrstva se směsí fází se například skládá z kubické základní mřížky z TiN, do které jsou uloženy krystaly z TiB₂. Tím se odstraní problémy s přilnavostí způsobené difusí uhlíku z tvrdokovu, jako je karbid wolframu, do povlaku. Difunduje-li bor z oddělené vrstvy do tvrdokovu a vede-li to k tvorbě CoWB, může být uvolněný uhlík přijat kubickou mřížkou z TiN, aniž by to způsobilo problémy s přilnavostí.

Vrstva z TiBN může také vykazovat tak vysoké obsahy bóru, že je vrstvou z TiB₂ s uloženými krystaly z TiN. Tím se dají dosáhnout obzvláště vysoké tvrdosti.

S výhodou je vrstva z TiBN složena tak, že polovina nebo o něco více než polovina podílu směsné fáze je v podobě TiB₂, zatímco zbývající část je ve formě TiN. Podíl z TiN zabezpečuje dobrou necitlivost vůči difundujícímu uhlíku, který se mobilizuje zejména při vyšších teplotách povlakování.

Vrstvy se odloučí s výhodou v způsobu CVD. Tím se nechá vrstva z TiBN integrovat do nástavby vrstvy, která se celá

vyrobí způsobem CVD. Dají se použít běžné CVD jednotky. Prostředky k výrobě plasmy nebo k odpaření cíle nejsou potřeba. Vrstva z TiBN může být nanесena přímo na základním materiálu z karbidu wolframu. Difuze uhlíku neruší přilnavost pokud nanесená vrstva obsahuje kubickou mřížku z TiN. Vrstva z TiBN může být kromě toho nanесena na vrstvě z oxidu hlinitého. Může zde sloužit jako krycí vrstva. Pokusy ukázaly, že nástavba vrstvy s krycí vrstvou z TiBN na α -oxidu hlinitém u soustružnických nástrojů k obrábění litiny dává prodloužení doby výdrže o 20 % oproti řezným nástrojům s vrstvou z α -oxidu hlinitého pokrytou TiN bez vrstvy z TiBN. Pomocí variace procesních plynů se dá dosáhnout vícevrstvého povlaku, u kterého se tenké vrstvy z TiN střídají s vrstvami z TiBN. Tyto vrstvy ukazují lepší obráběcí vlastnosti. Zejména jsou takové vrstvy málo náchylné k trhlinkám na hřebenu. To je způsobeno střídáním měkčích vrstev z TiN a tvrdších vrstev z TiBN. Může být vytvořeno až 50 vrstev na μm tloušťky povlaku.

Způsob podle vynálezu je způsobem typu CVD u kterého se používá nízká teplota způsobu 700 °C až 1050 °C. Teplota u způsobu leží s výhodou pod 950 °C, např. je 850 °C. Atmosféra u způsobu obsahuje prekursory pro titan a bor, jakož i dusík anebo dusíkaté sloučeniny. Rychlost odlučování titanbornitridu je přitom vyšší než rychlosti odlučování nitridu titanu nebo boridu titanu sama o sobě. To umožňuje odlučování typu CVD při relativně nízké teplotě. Nízká teplota má pouze za následek nízké rychlosti difuze uhlíku, což dává hladký, příjemný vzhled vrstvy.

Jako prekursor pro titan se s výhodou používá TiCl_4 . Jako prekursor pro bor se používá s výhodou BCl_3 . Atmosféra u způsobu se s výhodou skládá z 0,9 až 1,5 obj. % TiCl_4 a 0,09 až 2,5

obj. % BCl_3 . Obsah dusíku v atmosféře u způsobu činí s výhodou 14 až 17 obj. %. Zbytek atmosféry u způsobu tvoří s výhodou vodík.

Řezná tělesa podle vynálezu jsou s výhodou provedena tak, že je vrstva z TiBN ze směsi fází z TiN a TiB_2 . Obsah TiB_2 ve vrstvě ze směsi fází leží s výhodou mezi 50 hmotn. % a 60 hmotn. %. Vrstva z TiBN je s výhodou vrstva z TiN s vloženými krystaly z TiB_2 . Vrstva z TiBN je s výhodou vrstva z TiB_2 s vloženými krystaly z TiN. Vrstva z TiBN je s výhodou vrstva vytvořená CVD způsobem. Vrstva z TiBN je s výhodou uložena na základním materiálu z WC. Vrstva z TiBN je krycím materiálem na předchozích vrstvách. Vrstva z TiBN je s výhodou nanесena na vrstvě z Al_2O_3 . Základní těleso je s výhodou opatřeno vícevrstevným povlakem s následujícím sledem vrstev: TiN, TiCN, TiAlCNO, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, TiBN. Vrstva z TiBN je přitom s výhodou krycí vrstva. Vrstva z TiBN je s výhodou vícevrstvý povlak ve kterém se střídají vrstvy z TiN s vrstvami z TiBN. Celková tloušťka vrstvy z TiBN je nejvýše 12 μm , s výhodou je v rozmezí 2 μm a 5 μm . Vrstvy z povlaku z TiN jsou tenčí než vrstvy z TiBN. S výhodou je tloušťka vrstev z TiN nejvýše polovina tloušťky vrstev z TiBN. Vícevrstvý povlak má s výhodou alespoň 20 vrstev.

U způsobu výroby vrstvy z tvrdokovu, zejména pro řezné těleso, je teplota s výhodou v rozmezí 700 °C a 950 °C, ještě výhodněji pod 850 °C. Atmosféra u způsobu s výhodou obsahuje vodík. Prekursorem pro titan je s výhodou TiCl_4 . Prekursorem pro bor je s výhodou BCl_3 . Podíl TiCl_4 na procesní atmosféře činí s výhodou 0,9 obj. % až 1,5 obj. %. Podíl BCl_3 na atmosféře u způsobu činí s výhodou 0,05 obj. % až 5 obj. %, ještě výhodněji 0,09 obj. % až 2,5 obj. %. Obsah dusíku v atmosféře u způsobu činí s výhodou 14 obj. % až 17 obj. %.

Přehled obrázků na výkrese

Obr. 1 představuje příklad řezné destičky podle příkladu 4, jejíž povrch byl vybroušen kulovitým kupolovitým brusným tělesem.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Na řezném tělese z karbidu wolframu se nejprve způsobem CVD vytvoří vrstva z TiN mající například tloušťku $0,5\text{ }\mu\text{m}$. K tomu se dá řezné těleso do CVD reaktoru a provede se odpovídající CVD způsob. Po odloučení TiN vrstvy se reaktor při odlučovací teplotě $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ naplní atmosférou, která obsahuje 1 obj. % TiCl_4 , 16 obj. % N_2 , 0,1 obj. % BCl_3 a zbytek tvořený H_2 . U způsobu se nastaví tlak 10 kPa (100 milibarů). Po době trvání způsobu 15 hodin se odloučila vrstva z TiBN tlustá $6\text{ }\mu\text{m}$, která měla kovově lesklou jako mosaz žlutou barvu. Vrstva z TiBN je z matrice z TiN, do které jsou uloženy krystaly z TiB_2 . Mikrotvrdost může být vyšší než 4500 HV.

Příklad 2

Obsah boru ve vrstvě z TiBN se může zvýšit zvýšením obsahu BCl_3 v atmosféře u způsobu. Například se řezné těleso v CVD reaktoru a při CVD způsobu nejprve opatří $0,5\text{ }\mu\text{m}$ tlustou vrstvou z TiN. Potom se nastaví atmosféra u způsobu s 1 obj. % TiCl_4 ,

16 obj. % N_2 , 2,5 obj. % BCl_3 a zbývajícím procentovým podílem vodíku a při tlaku u způsobu činícím 10 kPa (100 milibarů) a odlučovací teplotě 850 °C se provede způsob vytváření povlaku. Po třech hodinách naroste stříbřitě vypadající vrstva z TiBN s tloušťkou 6 μm . Ta se skládá z matrice z TiB_2 , do které jsou uloženy krystaly TiN nebo krystality. Když se dokáže udržet nízká difuze uhlíku do vrstvy z TiBN, dosáhne se vysoká tvrdost a odolnost vůči oděru.

V případě potřeby se může nastavit tlak u způsobu v oblasti 6 až 9,5 kPa (60 až 950 milibarů). Teplota ovlivňuje rychlost odlučování. V principu je použitelné teplotní pásmo od 700 °C do 1050 °C. Obsah BCl_3 v atmosféře se u způsobu nastaví v rozmezí 0,05 a 5 obj. %.

Příklad 3

K výrobě řezného tělesa, například k obrábění oceli se toto těleso v CVD reaktoru nejprve pokryje vrstvou z TiN tlustou 0,5 μm . V druhém kroku se při střední teplotě nanese vrstva z TiCN tlustá 8 μm (teplota u způsobu je 700 až 900 °C). Způsob probíhá v témž reaktoru. Ve třetím kroku se ve stejném reaktoru CVD způsobem nanese vrstva $TiAlCNO$ tlustá 0,8 μm . Ta slouží jako spojovací vrstva pro vrstvu na ní nanášenou ve čtvrtém kroku z Al_2O_3 tlustou 6 μm . Po průběhu těchto čtyř CVD kroků vytváření povlaku v témž reaktoru se v pátém kroku nanese 2 μm tlustá vrstva z TiBN. Při tlaků 30 kPa (300 milibarů), odlučovací teplotě 850 °C a složení atmosféry u způsobu 1 obj. % $TiCl_4$, 16 obj. % N_2 , 0,1 obj. % BCl_3 a zbytku z H_2 naroste za 270 minut vrstva tlustá 2 μm . Vrstva je matrice z nitridu titanu s

vloženými krystaly z TiB_2 . Vrstva je kovově lesklá a žlutá jako mosaz.

Příklad 4

Jako ve výše popsaném příkladu může být řezné těleso nejprve pokryto vrstvou z TiN , tlustou $0,5 \mu\text{m}$, vrstvou z NT-TiCN tlustou $8 \mu\text{m}$, spojovací vrstvou, například TiAlCNO tlustou $8 \mu\text{m}$ a vrstvou z oxidu hlinitého (Al_2O_3) tlustou $6 \mu\text{m}$. Ve stejném reaktoru se pak může nanést vrstva TiBN tlustá $2 \mu\text{m}$. Za tlaku 60 kPa (600 milibarů) a odlučovací teplotě 900°C , jakož i za atmosféry u způsobu s $1,4 \text{ obj. \% TiCl}_4$, $15 \text{ obj. \% N}_2$, $0,15 \text{ obj. \% BCl}_3$ a zbytku z H_2 se vytvoří po 150 minutách $2 \mu\text{m}$ tlustá vrstva. Vrstva má kovově lesklou světle žlutou barvu.

Tlak při způsobu může být mezi 6 a 95 kPa (60 a 950 milibarů). Teplota při odlučování může být v oblasti od 700°C do 1050°C . Obsah BCl_3 atmosféry u způsobu je v rozmezí $0,05 \text{ obj. \%}$ a $5 \text{ obj. \%}$.

U povlaků, zejména pro řezná tělesa, se počítá s vrstvou z TiBN , kterou je směsná fáze z TiN a TiB_2 . Obsah boru je $\geq 6 \text{ at. \%}$. Rychlost odlučování je vyšší než rychlost odlučování u vrstvy z TiN a také vyšší než rychlost odlučování u vrstvy z TiB_2 . Dosahuje se tvrdostí přes 4000 HV .

Na obr. 1 je znázorněn výřez z řezné destičky, jejíž povrch byl ubroušen pomocí kulovitého kopulovitého brusného tělesa. Výbrus ukazuje na obr. 1 vpravo dole středovou šedou oblast 1, ve které je vidět základní materiál (například karbid wolframu). V neporušené oblasti 2 (vlevo nahoře) je rozpoznatelný

nepoškozený povrch 2, který se skládá z TiBN. Bezprostředně na substrát je napojena vrstva 3 z TiN s tloušťkou asi 1 μm . Na ní ležící vícevrstvá krycí vrstva 4 má tloušťku asi 6 μm . Skládá se z asi 30 vrstev, přičemž se na srovnatelně tenké vrstvě 5 z TiN nalézají asi třikrát až pětkrát tlustší vrstva 6 z TiBN. Vrstvy 6 z TiBN jsou s výhodou vrstvy ze směsi fází TiN a TiB_2 . 50 % až 60 % směsi fází se vyskytuje jako diborid titanu (TiB_2). Vrstvy 5 z TiN jsou navzájem s výhodou stejně tlusté. Rovněž vrstvy 6 z TiBN jsou s výhodou stejně tlusté. Vrstvy na obr. 1 mají zdánlivě sice rozdílné tloušťky, ale to je dáno kulovitostí výbrusu.

Při výrobě tohoto vícevrstvého povlaku se může teplota substrátu udržovat na teplotě pod 900 °C. Vícevrstvý povlak 4 má vynikající přilnavost a extrémně hladký povrch. Počet jednotlivých vrstev může být větší než 50. Tvrdost odpovídá tvrdosti vrstvy z TiBN a je kolem 3800 HV. Vlastní pnutí ve vrstvě jsou malá a ukazuje se zejména zmenšená náchylnost k trhlinkám v hřebenu při obrábění tvrdých a houževnatých ocelí.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Řezná tělesa, zejména k třískovému obrábění obrobků, vyznačující se tím, že mají základní těleso s povlakem, přičemž povlak má alespoň jednu vrstvu (6) z TiBN s obsahem bóru větším nebo rovným 6 at. %.
2. Řezná tělesa podle nároku 1 vyznačující se tím, že je vrstva (6) z TiBN ze směsi fází z TiN a TiB₂.
3. Řezná tělesa podle nároku 2 vyznačující se tím, že je obsah TiB₂ ve vrstvě (6) ze směsi fází leží mezi 50 hmotn. % a 60 hmotn. %.
4. Řezná tělesa podle nároku 2 vyznačující se tím, že vrstva (6) z TiBN je vrstva z TiN s vloženými krystaly z TiB₂.
5. Řezná tělesa podle nároku 2 vyznačující se tím, že vrstva (6) z TiBN je vrstva z TiB₂ s vloženými krystaly z TiN.
6. Řezná tělesa podle nároku 1 vyznačující se tím, že vrstva (6) z TiBN je vrstva vytvořená CVD způsobem.
7. Řezná tělesa podle nároku 1 vyznačující se tím, že vrstva (6) z TiBN je uložena na základním materiálu z WC.
8. Řezná tělesa podle nároku 1 vyznačující se tím, že vrstva (6) z TiBN je krycím materiálem na předchozích vrstvách.

9. Řezná tělesa podle nároku 1 vyznačující se tím, že vrstva (6) z TiBN je nanесena na vrstvě z Al_2O_3 .
10. Řezná tělesa podle nároku 1 vyznačující se tím, že základní těleso je opatřeno vícevrstevným povlakem s následujícím sledem vrstev: TiN, TiCN, TiAlCNO, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, TiBN.
11. Řezná tělesa podle nároku 8 vyznačující se tím, že vrstva (6) z TiBN je krycí vrstva.
12. Řezná tělesa podle nároku 1 vyznačující se tím, že vrstva z TiBN je vícevrstvý povlak ve kterém se střídají vrstvy z TiN s vrstvami z TiBN.
13. Řezná tělesa podle nároku 12 vyznačující se tím, že celková tloušťka vrstvy (6) z TiBN je nejvýše 12 μm , s výhodou je v rozmezí 2 μm a 5 μm .
14. Řezná tělesa podle nároku 1 vyznačující se tím, že vrstvy z povlaku z TiN jsou tenčí než vrstvy z TiBN.
15. Řezná tělesa podle nároku 3 vyznačující se tím, že tloušťka vrstev z TiN je nejvýše polovina tloušťky vrstev z TiBN.
16. Řezná tělesa podle nároku 1 vyznačující se tím, že vícevrstvý povlak má alespoň 20 vrstev.

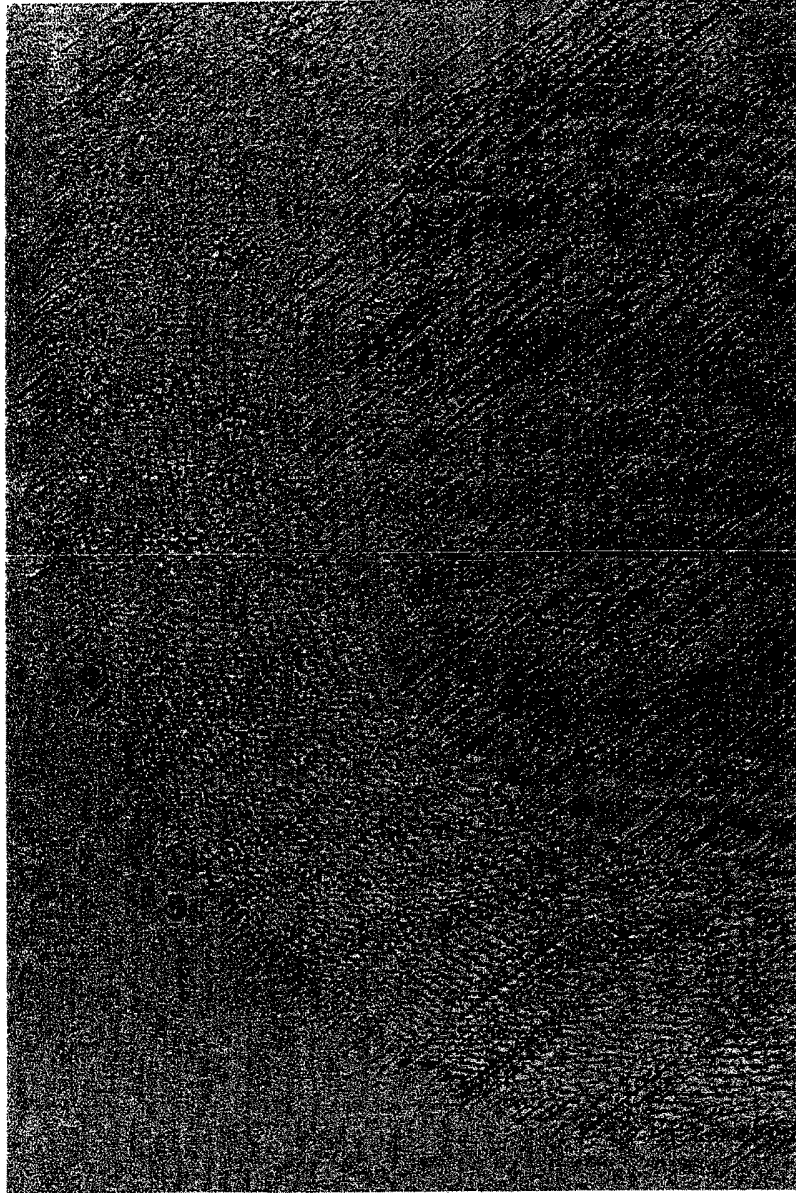
17. Způsob výroby vrstvy z tvrdokovu, zejména pro řezné těleso, vyznačující se tím, že se umístí těleso, na kterém se má vytvořit povlak, do reaktoru při procesním tlaku v rozmezí 6 až 95 kPa a teplotě v rozmezí 700 °C až 1050 °C, přičemž atmosféra u způsobu obsahuje prekursory pro titan a bor, jakož i dusík anebo dusíkaté sloučeniny.
18. Způsob podle nároku 17 vyznačující se tím, že teplota je v rozmezí 700 °C a 950 °C.
19. Způsob podle nároku 17 vyznačující se tím, že teplota je pod 850 °C.
20. Způsob podle nároku 17 vyznačující se tím, že atmosféra u způsobu obsahuje vodík.
21. Způsob podle nároku 17 vyznačující se tím, že prekursorem pro titan je TiCl_4 .
22. Způsob podle nároku 17 vyznačující se tím, že prekursorem pro bor je BCl_3 .
23. Způsob podle nároku 21 vyznačující se tím, že podíl TiCl_4 na procesní atmosféře činí 0,9 obj. % až 1,5 obj. %.
24. Způsob podle nároku 22 vyznačující se tím, že podíl BCl_3 na atmosféře u způsobu činí 0,05 obj. % až 5 obj. %.
25. Způsob podle nároku 22 vyznačující se tím, že podíl BCl_3 na atmosféře u způsobu činí 0,09 obj. % až 2,5 obj. %.

26. Způsob podle nároku 17 vyznačující se tím, že obsah dusíku v atmosféře u způsobu činí 14 obj. % až 17 obj. %.
27. Použití řezného tělesa podle nároku 1 k obrábění ocelových obrobků.
28. Použití řezného tělesa podle nároku 1 k obrábění ocelolitinových materiálů a materiálů z šedé litiny.

č.j. 36036

21.05.03^{TV} 2003 - 1314 *

1/1



1

3
5
6
4

2

OBR. 1