

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
Ústav strojírenské technologie - odbor technologie obrábění
Technická 2, 616 69 Brno**

Ing. DANG Viet Hai

**POČÍTAČOVÁ PODPORA PRO EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ NOVÝCH
NÁSTROJOVÝCH MATERIÁLŮ**

Computer aid for effective use of new tool materials

Autoreferát doktorské dizertační práce

Vědní obor:
23 - 07 - 9 Strojírenská technologie

Školitel: Doc. Ing. Anton Humár, CSc., ÚST, FSI-VUT Brno

Oponenti: Prof. Ing. Bohumil Bumbálek, CSc., ÚST, FSI-VUT Brno
Doc. Ing. Josef Ondra, CSc., VA Brno
Doc. Ing. Vladimír Gabriel, CSc., FS, TU Liberec

Datum obhajoby: 20.2.2001

© 2001 Dang Viet Hai

ISBN 80-214-1849-4

OBSAH

1. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	4
2. CÍL PRÁCE	6
3. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ.....	7
4. HLAVNÍ VÝSLEDKY PRÁCE	7
4.1. Nové nástroje a nástrojové materiály	7
4.2. Počítačová podpora pro efektivní využití řezných nástrojů	8
4.3. Vlastní počítačový program	11
5. ZÁVĚR	13
6. LITERATURA	14
7. SUMMARY	23
8. AUTOROVO CURRICULUM VITAE.....	24

1. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Obrábění je nedílnou součástí výroby celé řady různých dílců, ze kterých jsou pak v montážním procesu vytvářeny jednotlivé strojírenské výrobky a zařízení. Podobně jako u jiných výrobních procesů, i pro oblast obrábění je velmi důležité, aby využívalo nejefektivnější technologie, které budou zárukou nízkých výrobních nákladů a vysoké konkurenceschopnosti vyrobených dílců. Nejdůležitějším faktorem efektivního obrábění jsou patrně výrobní časy (a v nich obsaženy strojní časy), které je třeba zkrátit na minimum. K tomuto cíli lze dospět jen v případě optimální aplikace nových, výkonných řezných materiálů a nástrojů na moderních, převážně číslicově řízených obráběcích strojích. Vývoj nástrojů musí být přitom velmi úzce svázan s vývojem strojů, protože nemá smysl vyrábět drahé, vysoce výkonné obráběcí stroje, které nemohou efektivně fungovat bez odpovídajících nástrojů, stejně jako nemá smysl vyrábět nové „supernástroje“, jestliže neexistují odpovídající stroje, na kterých by je bylo možno účinně využít. Pro zvýšení výrobnosti obráběcích operací není ale pokaždé nutno použít nové nástroje nebo stroje, ve většině případů postačí striktní dodržení doporučených optimálních řezných podmínek. Podle některých údajů se řezné nástroje na celkových výrobních nákladech podílejí pouze třemi až pěti procenty a přesto při zvýšení řezných či posuvových rychlostí o 15-20% umožní snížit výrobní náklady v rozsahu 10-15%.

V současné době existuje široké spektrum řezných nástrojových materiálů od rychlořezných ocelí (bez povlaku, i s otěruvzdornými povlaky nanesenými metodou PVD), přes slinuté karbidy, povlakované slinuté karbidy, cermety, řeznou keramiku, polykrystalický kubický nitrid boru až k polykrystalickému diamantu. Tyto materiály pak pokrývají skutečně celé spektrum soudobých obráběcích operací, protože většinu z nich lze považovat za tzv. širokorozsahové (z hlediska použití pro různé druhy obráběcích operací, obráběné materiály a řezné podmínky) a pokaždé se mezi nimi najde alespoň jeden materiál, který dokáže za určitých podmínek obrobit daný obrobek s nejvyšší efektivitou. Ideální řezný nástrojový materiál by měl mít následující vlastnosti:

- vysokou tvrdost, která by zajistila odolnost proti opotřebení a plastické deformaci břítu,
- vysokou houževnatost, jako ochranu proti lomu,
- chemicky neutrální chování vůči materiálu obrobku,
- chemickou stabilitu, která by zajistila odolnost proti oxidaci a difúzi,
- dobrou odolnost proti zatížení tepelnými šoky.

Z uvedeného výčtu je zřejmé, že takovýmito požadavkům neodpovídá žádný známý přírodní, ani člověkem vyrobený materiál. Výrobci nástrojových materiálů proto věnují velkou pozornost zejména vývoji tzv. kombinovaných materiálů, založených na principu relativně houževnatého substrátu, pokrytého tvrdými a otěru-

vzdornými vrstvami, vyrobenými různými povlakovacími technologiemi. Zejména v posledním desetiletí lze zaznamenat velký rozvoj těchto technologií, stejně jako zdokonalování metod slinování podkladových materiálů, kterými jsou nejčastěji slinuté karbidy.

Nové postupy slinování umožňují precizní kontrolu a variabilitu a připouštějí aplikaci gradientního slinování, při němž lze podíl pojiva v substrátu zvýšit a speciálně řídit směrem od povrchu břitové destičky do jejího středu, obvykle ve vrstvě o tloušťce 20 až 30 μm . Touto metodou se dosáhne toho, že s narůstající vzdáleností od povrchu se nasycení kobaltem snižuje až na hodnotu, která odpovídá jádru destičky. To je důležité zejména proto, že zvýšený obsah pojiva (kobaltu) dodává sice břitové destičce vyšší houževnatost, ale pokud by celá povrchová vrstva obsahovala v celém průřezu stejně vysoký obsah Co, vedlo by to k podstatnému zhoršení její odolnosti proti deformaci.

Původní dvě základní povlakovací technologie (*CVD* a *PVD*) jsou v současné době zdokonalovány a navzájem kombinovány tak, aby se zvýraznily jejich pozitivní a potlačily negativní účinky. K takovýmto novým technologiím patří zejména metody *PCVD*, nebo též *PACVD* (Plasma CVD), *PECVD* (Plasma Enhanced CVD), *MWPCVD* (Microwave Plasma CVD) nebo *MTCVD* (Middle Temperature CVD). K původním povlakům typu TiC, TiN, TiCN, Al_2O_3 přibývá velké množství nových materiálů, jako je CrN, HfN, ZrN, TiZrN, TiAlN, Ti_2N , TiAlSiN, AlTiN, TiN/TaN, TiN/NbN, TaC, ZrC, HfC, TaN, TaCN, (Ti-Cr)CN, $\text{TiC}+\text{TiB}_2$, CrC, B_4C , $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{ZrO}_2$, SiO_2 , TiO_2 , MgO, Y_2O_3 , polykrystalický diamant a lubrikační povlak MoS_2 . Stále častěji jsou na břitové destičky nanášeny tzv. **multivrstvé povlaky**, které jsou založeny na principu pravidelného střídání dvou typů vrstev s rozdílnými fyzikálními vlastnostmi (tloušťky jednotlivých „monovrstev“ jsou přitom velmi malé, kolem 10 nm). Dalším vývojovým stupněm multivrstevných povlaků jsou tzv. **nano-krytalické kompozity**, u nichž jsou mikrostrukturní a prostorové rozměry sníženy do nanometrických dimenzí a které jsou složeny z více druhů materiálů, jejichž vzájemná rozpustnost je minimální.

Nedílnou součástí vývoje v posledních letech je zdokonalování vzájemné součinnosti výrobců a uživatelů řezných nástrojů. Jedná se o spolupráci při vývoji nástrojů pro speciální aplikace podle požadavků uživatele, předvádění a zkoušení nových nástrojů a technologií přímo u uživatele (tímto způsobem lze lépe uspokojovat různé požadavky zákazníka, což vede k podstatnému zefektivnění obráběcích operací) a zlepšení technického servisu a informovanosti. Za nejdůležitější aspekt efektivního využití řezných nástrojů lze považovat **kompletní technické informace**, dodávané uživatelům **ve formě brožur a především počítačových programů**, které umožňují velmi snadnou a rychlou volbu optimálních řezných podmínek, s ohledem na metodu obrábění, obráběný materiál a vybrané výsledné parametry obrobku.

2. CÍL PRÁCE

Obecným cílem práce bylo *zhodnocení současného stavu v oblasti vývoje, výroby a zejména využití nových řezných nástrojových materiálů*, se zaměřením na nové povlakovací metody a nové druhy povlakovaných slinutých karbidů, z hlediska jejich vlastností a doporučených aplikačních oblastí. Pro splnění tohoto cíle byla v průběhu doktorandského studia věnována pozornost zejména:

- důkladnému studiu nejnovější odborné literatury a časopiseckých článků, zabývajících se obecně problematikou nových nástrojových materiálů,
- detailní analýze výrobního sortimentu domácích i významných zahraničních výrobců nástrojů a nástrojových materiálů,
- nalezení vhodného kritéria pro vzájemné porovnání nástrojových materiálů vybraných výrobců, se zvláštním zřetelem na doporučené podmínky pro jejich efektivní využití (obráběcí metody, obráběný materiál a jeho vlastnosti, řezné podmínky, trvanlivost),
- posouzení vývojových trendů výroby a využití nových nástrojových materiálů.

Hlavním cílem disertační práce byla *podrobná analýza základního filosofického přístupu jednotlivých vybraných výrobců nástrojových materiálů k problematice určování řezných podmínek* pro jejich aplikaci a z ní vyplývající matematické závislosti, na kterých je založen konkrétní výpočet těchto podmínek. Provedená analýza posloužila jako základ pro *vytvoření vlastního počítačového programu pro volbu efektivních řezných podmínek při podélném soustružení ocelí slinutými karbidy*, obvykle používanými ve strojírenských podnicích České republiky. S tímto hlavním cílem disertační práce velmi úzce souvisely následující dílčí úkoly:

- analýza technických podkladů vybraných výrobců nástrojových materiálů (katalogy, uživatelské příručky a zejména počítačové programy), zaměřená na metodickou stránku problematiky stanovování doporučených řezných podmínek,
- nalezení matematických vztahů pro výpočet těchto řezných podmínek, včetně výpočtu potřebných konstant a exponentů pro praktickou aplikaci uvedených vztahů, s ohledem na vybrané nástrojové materiály jednotlivých výrobců,
- rozbor vypočtených konstant a exponentů a popis jejich závislosti na obrobitelnosti obráběného materiálu, s využitím vhodného matematického aparátu,
- posouzení kvality srovnatelných nástrojových materiálů daných výrobců a její zohlednění při stanovování doporučených řezných podmínek,
- sjednocení metodiky, kterou sledovaní výrobci používají pro zařazování obráběných materiálů do tříd obrobitelnosti a porovnání zahraničních materiálů s materiály podle ČSN,

- analýza vybraných standardních počítačových programů, se zaměřením na možnosti jejich aplikace v oblasti výpočtu řezných podmínek pro efektivní využití nových nástrojů a nástrojových materiálů.

3. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

Teoretická část disertační práce byla zpracována na základě rozsáhlého a podrobného studia odborné literatury z oblasti řezných nástrojů a nástrojových materiálů. Velká část potřebných technických informací byla získána z internetových stránek výrobců nástrojů a online stránek technických časopisů, publikujících články v daném oboru. V této souvislosti lze odůvodněně očekávat, že internetová síť se v budoucnosti zcela jednoznačně stane hlavním a nejdostupnějším zdrojem nejnovějších informací ve všech oborech lidské tvůrčí činnosti.

Konkrétní informace, potřebné pro posouzení úrovně počítačové podpory využití nových nástrojových materiálů, byly získány detailní analýzou počítačových programů předních světových výrobců nástrojů (Iscar, Mitsubishi, Sandvik Coromant, Seco, Walter, Widia). Na základě této analýzy, doplněné údaji z technických příruček firem Hertel, Widia a domácího výrobce Pramet, byl zpracován vlastní počítačový program pro efektivní využití nových nástrojových materiálů v praktických podmínkách domácích strojírenských provozů. Program byl vytvořen v programovacím jazyku Visual Basic verze 4.0 a je určen pro operační systém WINDOWS verze 95 a vyšší verze.

4. HLAVNÍ VÝSLEDKY PRÁCE

4.1. Nové nástroje a nástrojové materiály

V oblasti konstrukce řezných nástrojů a druhu nástrojového materiálu lze v současnosti rozpoznat a v blízké budoucnosti očekávat tyto vývojové trendy:

- rozšířené používání rychlovýměnných modulárních nástrojových systémů, k jejichž hlavním přednostem patří univerzálnost (lze je použít pro jakoukoli operaci obrábění a pro všechny typy nástrojů), flexibilita (pomocí různých redukčních či prodlužovacích nástavců se snadno mění rozměry nástroje a poloha jeho špičky), snadná a rychlá manipulace s nástroji a snížení zásob nástrojů,
- vývoj nových systémů upínání vyměnitelných břitových destiček, které zajistí udržení úzké tolerance rozměrů obrobku a spolehlivou funkci nástroje,

- vývoj destiček nových velikostí a tvarů, se speciální úpravou jejich jednotlivých částí (dosedací plochy, ostří, špičky, utvařeče, upínací otvory, atd.) a způsobu připojení špičky, pokud je destička vytvořena ze dvou rozdílných materiálů (např. slinutý karbid + polykrystalický diamant),
- podíl nástrojů s pájenými destičkami a celokarbidových nástrojů se nebude zvyšovat a zůstane na současné úrovni,
- slinuté karbidy si i v budoucnosti udrží přibližně 80% podíl na celkové spotřebě tvrdých materiálů pro řezné nástroje,
- u CVD povlaků budou dominovat povlaky na bázi Al_2O_3 ,
- bude narůstat podíl nástrojů s povlaky PVD, podobně jako u metody CVD budou aplikovány nové typy povlaků, např. CrN, TiAlN a nanopovlaky AlTiN a ZrN,
- budou zdokonalovány současné a vyvíjené nové povlakovací technologie,
- podíl keramických materiálů se bude výrazně zvyšovat, převládat budou materiály na bázi nitridu křemíku a oxidu hlinitého vyztuženého pomocí whiskerů,
- mírně naroste podíl supertvrdých materiálů (polykrystalický diamant a polykrystalický kubický nitrid boru).

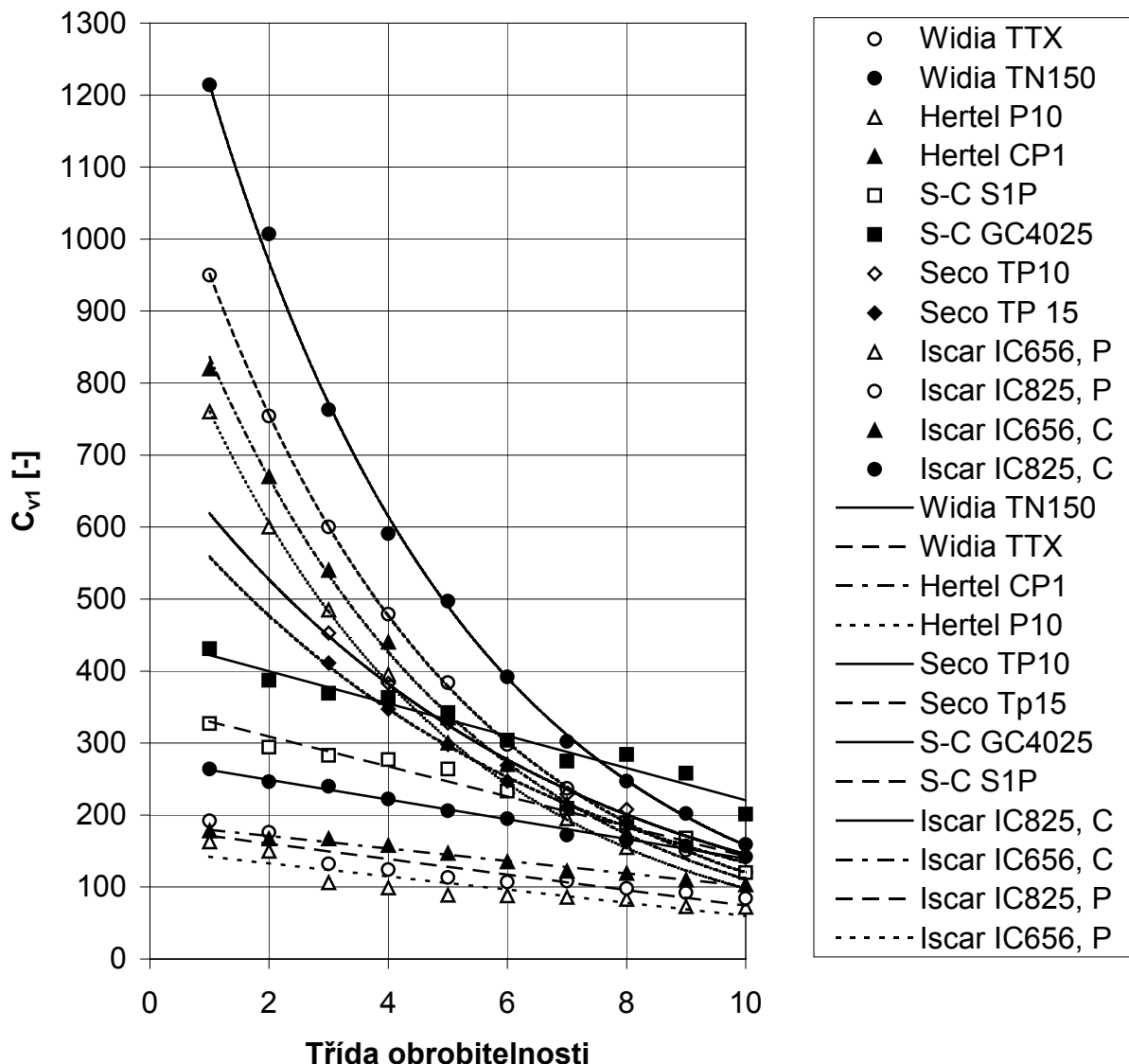
4.2. Počítačová podpora pro efektivní využití řezných nástrojů

Disertační práce obsahuje podrobnou analýzu počítačových programů CoroGuide™ (firma Sandvik - Coromant), M-TAS100 (firma Mitsubishi), SecoCut, SECOTURN, ISCARxp a UDB (firma Walter), doplněnou analýzou technických příruček firem Hertel (dnes součást koncernu Kennametal-Hertel) a Widia (dnes součást koncernu Widia-Valenite-Heinlein), které byly zaměřeny na odhalení základní filosofie a zejména matematických modelů, sloužících ke stanovení doporučených řezných podmínek pro optimální použití vybraných nástrojových materiálů. Jako podklad pro vzájemné porovnání uvedených výrobců byla využita metodika zařazování obráběných materiálů (ocelí) do tříd obrobitelnosti podle firmy Widia, protože v technických materiálech této firmy jsou k dispozici podrobné tabulky konstant a exponentů pro výpočet doporučené řezné rychlosti u vybraných kombinací nástrojového a obráběného materiálu.

Analýza prokázala, že nejdůležitějším parametrem, který u daného nástrojového materiálu ovlivňuje hodnotu doporučené řezné rychlosti $v_c [m \text{ min}^{-1}]$, jsou u všech sledovaných výrobců především vlastnosti obráběného materiálu. Uvedený vliv vyjadřuje konstanta $C_{v1} [-]$ v rozšířeném Taylorově vztahu pro podélné soustružení:

$$v_c = \frac{C_{v1}}{T^{1/m} \cdot a_p^{x_v} \cdot f^{y_v}}$$

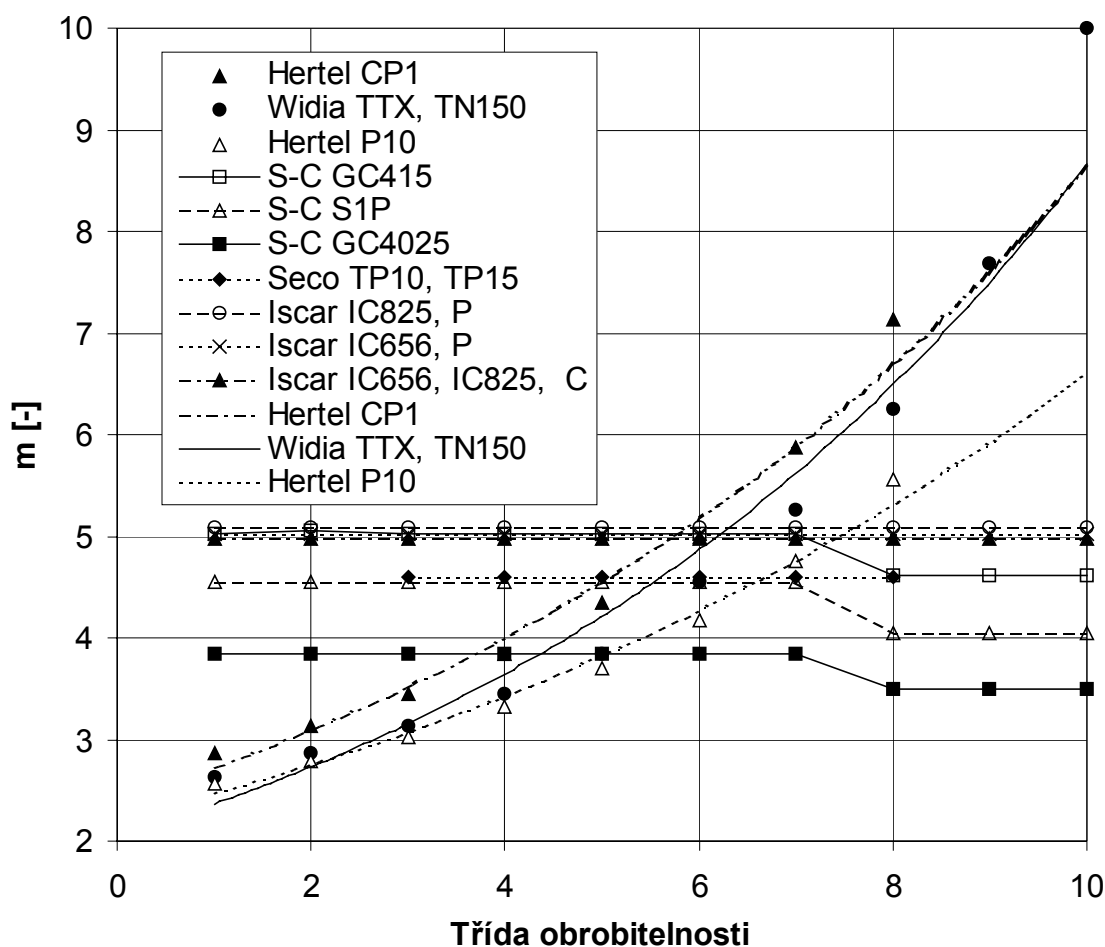
Diagramy závislosti konstanty C_{v1} na třídě obrobitelnosti podle metodiky Widia (TŘ, 1 až 10, běžné oceli) jsou pro vybrané slinuté karbidy sledovaných výrobců (bez povlaku, i povlakované) uvedeny na obrázku č.1. Je vidět, že všechny závislosti vykazují očekávaný klesající trend, s různou strmostí pro jednotlivé posuzované slinuté karbidy. Tento trend je logický, protože doporučená řezná rychlost musí se zhoršující se obrobitelností obráběného materiálu jednoznačně klesat. Různá strmost křivek dovoluje posoudit, v jaké míře a s jakým filozofickým přístupem využívají jednotliví výrobci pro stanovení řezné rychlosti daný Taylorův vztah.



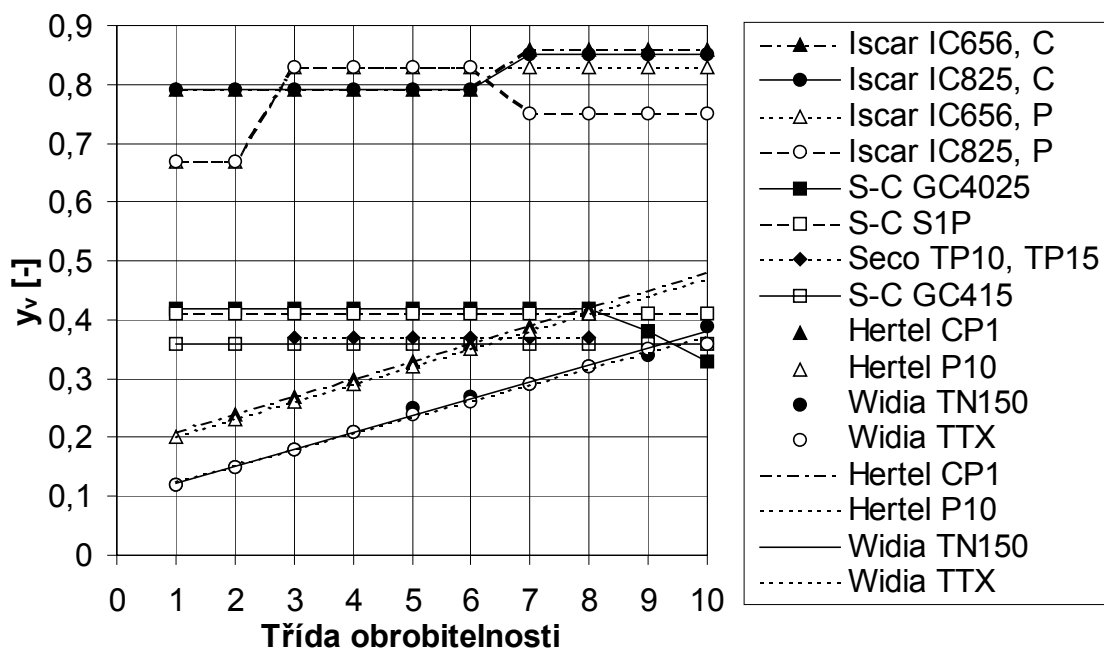
Obr.1 Závislost konstanty C_{v1} na třídě obrobitelnosti Widia

Plynulý nárůst hodnoty exponentu m [-] (popisuje vliv trvanlivosti T [min] na řeznou rychlost v_c) se zhoršující se třídou obrobitelnosti u slinutých karbidů firem Hertel a Widia je plně v souladu s poznatky teorie obrábění a znamená vyšší citlivost nástrojového materiálu na změnu řezné rychlosti při obrábění hůře obrobitelných materiálů (pro daný nástrojový materiál má stejný nárůst řezné rychlosti při obrábění materiálu s horší obrobitelností za následek větší pokles trvanlivosti nástroje). U všech ostatních výrobců třída obrobitelnosti hodnotu m prakticky neovlivňuje - viz obrázek č.2.

Hodnoty exponentu x_v [-] (vyjadřují vliv šířky záběru ostří a_p [mm] na hodnotu řezné rychlosti v_c) jsou buď nulové (slinuté karbidy Seco a Sandvik Coromant), nezávislé na třídě obrobitelnosti (Iscar) nebo se zhoršující se obrobitelností obráběného materiálu velmi mírně a stupňovitě narůstají (Hertel a Widia).



Obr.2 Závislost exponentu m na třídě obrobitelnosti Widia



Obr.3 Závislost exponentu y_v na třídě obrobitelnosti

Konstantní hodnota exponentu y_v [-] v celém sledovaném rozsahu tříd obrobitelnosti u slinutých karbidů firem Iscar, Sandvik Coromant a Seco (obr.3) svědčí o tom, že vliv posuvu na otáčku f [mm] na řeznou rychlost v_c nezávisí na obrobitelnosti obráběného materiálu. Pouze u nástrojových materiálů firem Widia a Hertel hodnota exponentu y_v se zhoršující se třídou obrobitelnosti narůstá (tj. změna f má u materiálů s horší obrobitelností větší vliv na změnu hodnoty v_c).

4.3. Vlastní počítačový program

Na základě analýzy technických podkladů a softwarů sledovaných výrobců, doplněné o výsledky rozsáhlého studia literárních pramenů, zaměřeného na výrobu, vlastnosti a aplikace nových progresivních nástrojových materiálů, byl zpracován vlastní počítačový program určený pro praktické použití v podmínkách domácích strojírenských provozů (zejména z tohoto důvodu bylo v ovládání programu použito staré značení řezných podmínek h a s).

Program je vytvořen pro podélné soustružení běžných konstrukčních ocelí podle ČSN pomocí nejčastěji užívaných druhů nepovlakovaných i povlakovaných slinutých karbidů domácího (Pramet) i zahraničních výrobců (Iscar, Kennametal, Mitsubishi, Sandvik Coromant, Seco, Tizit, Walter a Widia). Základní vstupní údaje (obr.4) tvoří obráběná ocel (volba podle ČSN, DIN nebo WNr, včetně tvrdosti), hloubka řezu h (v rozsahu 1-16 mm) a posuv na otáčku s (v rozsahu 0,1-1,2 mm). Nástrojový materiál se volí stlačením příslušného tlačítka „Výběr“ z nabídky nepovlakovaných i povlakovaných slinutých karbidů výše uvedených firem. Pokud chce uživatel použít daný program pro výpočet doporučené řezné rychlosti pro konkrétní

slinutý karbid od jiného výrobce, musí znát jeho zařazení podle ISO a tento údaj použije pro výběr nabídky „Podskupina podle ISO“. Po stlačení příslušného tlačítka „Výběr“ nabízí program výběr z rozsahu hodnot T [min] podle konkrétně zvoleného slinutého karbidu. Posledním údajem, který zadává uživatel, jsou hodnoty ovlivňujících faktorů (pokud má být daný faktor zanedbán, zadává se hodnota 1, součin všech zadaných ovlivňujících faktorů nesmí být menší než 0,7). Po stlačení příslušného tlačítka „Výběr“ lze volit z následujících nabídek:

- Druh obrobku (výkovek, vývalek, odlitek) $K_{do} = 0,70 - 0,80$
- Labilní obrobek $K_{lo} = 0,80 - 0,95$
- Stabilní obrobek $K_{so} = 1,05 - 1,20$
- Vnitřní soustružení $K_v = 0,75 - 0,85$
- Přerušovaný řez, náběh do řezu $K_p = 0,80 - 0,90$
- Dobrý stav obráběcího stroje $K_{ds} = 1,05 - 1,20$
- Špatný stav obráběcího stroje $K_{ss} = 0,80 - 0,95$

Po vyplnění všech okének a následném stlačení tlačítka „Zobrazit řeznou rychlost“ se na monitoru objeví okno se sumárním zobrazením všech zadaných hodnot a střední hodnotou doporučené řezné rychlosti (obr.5).

Výpočet řezné rychlosti

Autovstup Vyprázdnění Ukončení Autor

Obráběný materiál

Norma	Značka/Číslo	Tvrdost [HB]	Třída
ČSN	12 050	190	5

Výběr ...

Hloubka řezu

f

3,00 mm

Výběr ...

Posuv na otáčku

s

0,25 mm

Výběr ...

Nástrojový materiál

Slinutý karbid	Výrobce - Značka
Povlakovaný	PRAMET - 320P

Výběr ...

Trvanlivost

T

15,00 min

Výběr ...

Ovlivňující faktory

K_{do}	K_{lo}	K_{so}	K_v	K_p	K_{ds}	K_{ss}
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Výběr ...

Zobrazit řeznou rychlost

Obr.4 Vstupní údaje programu

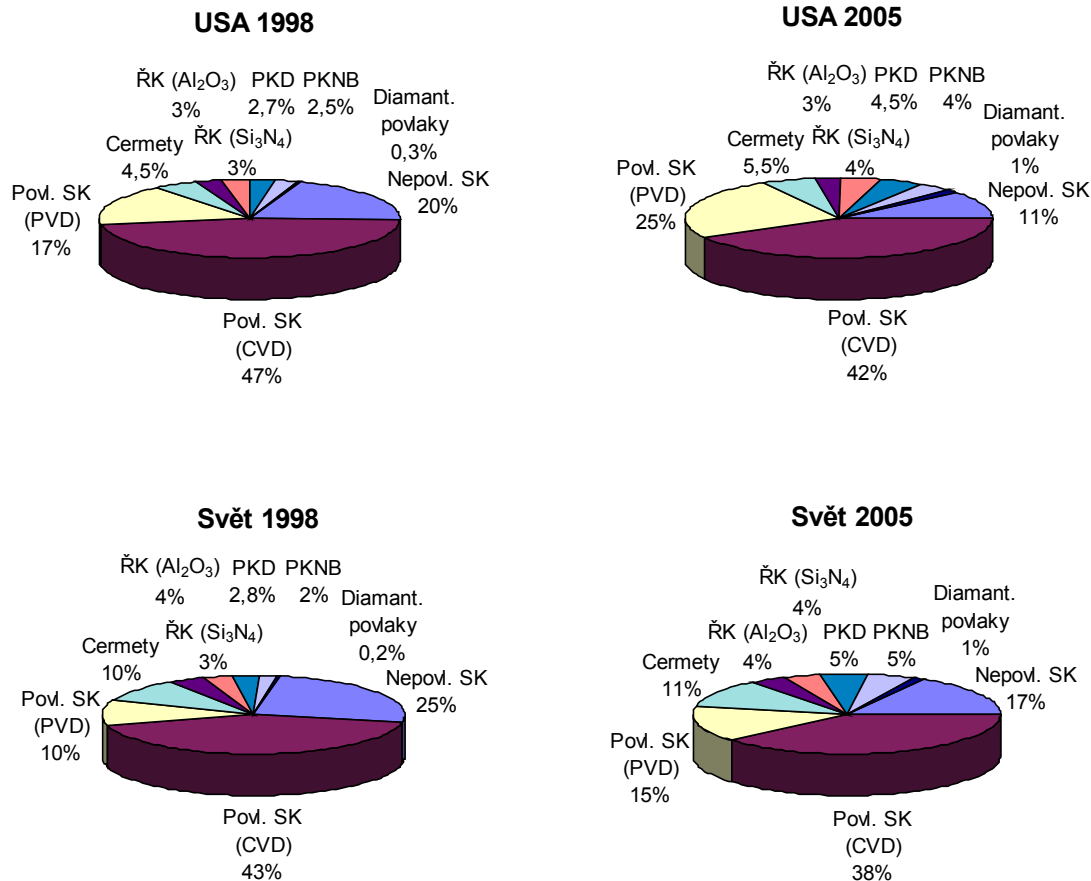
Sumární zobrazení hodnot	
Obráběný materiál:	Značka oceli podle ČSN - 12 050
Tvrдость:	190 [HB]
Nástrojový materiál:	PRAMET - 320P
Hloubka řezu:	3,00 [mm]
Posuv na otáčku:	0,25 [mm]
Trvanlivost:	15,00 [min]
Řezná rychlost:	277 [m*min ⁻¹]
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Tisk"/>	

Obr.5 Výstupní údaje programu

5. ZÁVĚR

Slinuté karbidy, zejména povlakované, jsou nejčastěji používanými materiály pro výrobu řezných nástrojů, a to v celosvětovém měřítku (obr.6). Z tohoto důvodu je jejich vývoj v popředí zájmu výzkumných týmů všech významných výrobců nástrojů a nástrojových materiálů. Nové technologie, zaměřené na chlazení, otěruvzdorné povlaky, metody obrábění, nové konstrukce výrobků a nové konstrukční materiály výrazně ovlivňují jak vývoj nových nástrojových materiálů s novými užitnými vlastnostmi, tak i celkový trh řezných nástrojů. Velký důraz je přitom kladen zejména na takové technologie obrábění, které jsou maximálně šetrné k životnímu prostředí. Proto je velmi žádoucí zabývat se studiem vlastností nových nástrojových materiálů, zejména v souvislosti s možnostmi jejich účinného a ekonomického využití.

Disertační práce svojí teoretickou částí přispívá k rozvoji poznatků o současných i budoucích trendech v oblasti vývoje a výroby nových, progresivních nástrojových materiálů. Ve své praktické části přináší konkrétní údaje pro efektivní využití těchto materiálů ve strojírenské praxi, získané na základě podrobné analýzy technických materiálů, příruček a počítačových programů předních světových výrobců nástrojů.



Obr.6 [46]

6. LITERATURA

- [1] AB Sandvik Coromant, Sandviken, Schweden: Produkte zur Metallbearbeitung 93/94, Drehwerkzeuge, C-1000:4-GER, 1993
- [2] AB Sandvik Coromant, Sandviken, Sweden: CoroGuide™, CG-XX-PD3D-ENG, software, Version 94.3, 1994
- [3] AB Sandvik Coromant, Sandviken, Sweden: CoroGuide™, CG-XX-PD3D-ENG, software, Version 96.3, 1996
- [4] AB Sandvik Coromant, Sandviken, Sweden: CoroGuide™, CG-XX-CD-MUL, software, Version 98.1, 1998
- [5] AB Sandvik Coromant, Sandviken, Sweden: Metalworking Products, Turning tools and inserts, C-1000:3-ENG, 1990
- [6] ALAM, M.- PEEBLES, D.E.- TALLANT. D.R.: Diamond deposition onto WC-6%Co cutting tool material: Coating structure and interfacial bond strength. Thin Solid Films, Vol. 300, No. 1-2, May 1997, pp. 164-170
- [7] BOLLINGER J.G.: The Factory of the Future: Technological Aspects. Annals of the CIRP, Vol. 37/2/1988, pp. 551-552

- [8] BRANDT, G.- GERENDAS, A.- MIKUS, M.:Wear Mechanism of Ceramic Cutting Tools When Machining Ferrous and Non-ferrous Alloys. Journal of the European Ceramic Society, 6(1990), pp. 273-290
- [9] BROOKES, K.J.A.: Carbides make the grade. Metalw. Prod., January 1987, pp. 57-98
- [10] BROOKES, K.J.A.: Guide to hardmetal for machining. Metalworking Production, December 1990, pp. 61-83
- [11] BROOKES, K.J.A.: Hardmetals and other hard materials. European Powder Metallurgy Association, Shrewsbury, England, Second Edition 1992, ISBN 0 9508995 3 4, 198 pp.
- [12] BYOUNG, June Kim - YOUNG, Cheol Kim - DONG, Kak Lee - JOUNG, Joong Lee: The effect of plasma pre-treatment on the properties of TiN coatings produced by plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD). Surface & Coatings Technology, Vol.111, No. 1, January 1999, pp. 56-61
- [13] Coating Equipment: ION BOND[®] Equipment. http://www.multi-arc.com/coating_equipment/ion_bond_qeup.html
- [14] COLL, B.F.- SATHRUM, P.- FONTANA, R.P.: Optimization of Arc Evaporated (Ti,Al)N Films Composition for Cutting Tools Applications. Surface and Coatings Technology, No. 52, 1992, pp. 57-64
- [15] ČSN-ISO 3685: Zkoušky trvanlivosti při soustružení jednobřitým nástrojem. Federální úřad pro normalizaci a měření, Praha 1993
- [16] DANG, V.H.: Řezivost nových progresivních nástrojových materiálů. Diplomová práce. VUT-FS Brno, Katedra strojírenské technologie, 1991, 47 s.
- [17] Diamond Coatings. Stellram Diamond Coated Inserts, <http://www.stellram.com/diamond.htm>
- [18] ESKILDSEN, S.S.- MATHIASSEN, C.- FOSS, M.: Plasma CVD: Process Capabilities and Economic Aspects. Danish Technological Institute, Teknologiparken, DK-8000 Aarhus, Denmark, http://www.tribology.dti.dk/pacvd_paper.html
- [19] FÜRBAACHER, I.- MACEK, K.- STEIDL, J.: Lexikon technických materiálů se zahraničními ekvivalenty. Dashöfer Holding, Ltd. & Verlag Dashöfer, nakladatelství, s.r.o., Praha, 1998, ISBN 80-86229-02-5
- [20] GILBERT, D.R.- LEE, D.G.- SINGH, R.K.: Novel *in situ* production of smooth diamond films. Journal of Materials Research, Vol.13, No.7, July 1998, p.1735-1737
- [21] GRAHAM, D.: Machining PM Parts. Manufacturing Engineering, Vol. 120, No. 1, January 1998, <http://www.sme.org>
- [22] HARUTAKI, N.- USUKI, H.- ITO, T.: A study of the cutting performance of diamond coated tools. SME Technical papers 15P 1991
- [23] HAUBNER, R.- SCHUBERT, W.D.- LUX, B.: Interactions of hard metal substrates during diamond deposition. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, Vol. 16, No. 3, 1998, pp. 177-185

- [24] Hertel AG, Werkzeuge + Hartstoffe, Fürth/Bay.: Hertel Richtwerte zum Drehen, Technisches Handbuch 303 D, 1986
- [25] HRABIEC, B.: EKVI 3.2, software, Vítkovice, a. s., 940.44 Technický informační systém, Ostrava 1995
- [26] HUANG, J.L.- CHANG, Y.L.- LU, H.H.: Fabrication of multilaminated Si₃N₄ a TiN/ Si₃N₄ composites and its anisotropic fracture. Journal of Materials Research, September 1997, <http://dns.mrs.org/publications/jmr/jmra/1997/sep/015sept.html>
- [27] HUANG, T.H.- KUO, CH.T.- LIN, T.S: Tribological behaviour of chemical vapour deposition diamond films on various cutting tools. Surface and Coatings Technology, Vol. 56, Jan. 1993, pp. 105-108
- [28] HUDDLE, D.: Extending The Range Of PCBN. MMS Online Article, [http://www .mmsonline.com/articles/019902.html](http://www.mmsonline.com/articles/019902.html)
- [29] HUDDLE, D.: Is there a PCD/PCBN insert in your future? Manufacturing Engineering, Vol. 121, No. 1, July 1998, <http://www.sme.org>
- [30] HUMÁR, A.: Volba pracovních podmínek při obrábění nástrojem z řezné keramiky. Strojírenská výroba, 37/1989, č.3, s. 9-28,30
- [31] HUMÁR, A.- BUDINSKÝ, V.: Zkoušky obrobitelnosti oceli CrNiMo 2205 LSN soustružením a vrtáním. Závěrečná zpráva HS 311898/89 - KPS Brno. Fakulta strojní VUT Brno, 1989, 45 s.
- [32] HUMÁR, A.: Slinuté karbidy a řezná keramika pro obrábění, Brno, CCB s.r.o. 1995, ISBN 80- 85825-10-4, 265 s.
- [33] HUMÁR, A.: Slinuté karbidy - progresivní řezné materiály. MM - Průmyslové spektrum, 4/1998, s. 6-10
- [34] HUMÁR, A.: Nové typy povlakovaných břitových destiček. MM - Průmyslové spektrum, 4/1998, s. 18
- [35] HUMÁR, A.: Současný stav a očekávaný vývoj v oboru řezných nástrojů - dokončení. Technický týdeník - Časopis pro průmysl, vědu a obchod, č. 50/1998, s. 5
- [36] HUMÁR, A.: Řezné nástroje na přelomu tisíciletí. Sborník pracovně - obchodního semináře technologů a výrobců náradí II se zahraniční účastí, ISBN 80-214-1241-0. VUT-FS, Ústav strojírenské technologie, Únor 1999, s. 5-10
- [37] HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Rozvoj progresivních metod v technologii obrábění. Řezivost nových progresivních nástrojových materiálů. Výzkumná zpráva. VUT-FS, Katedra strojírenské technologie, Brno, Listopad 1991, 23 s.
- [38] HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Obrobitelnost ocelí. Technik - měsíčník Hospodářských novin, 2/Červenec 1993, s. 41,42
- [39] HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Řezivost břitových destiček ISCAR při čelním frézování. Sborník Celostátní konference s mezinárodní účastí REZNÉ NÁSTROJE. Fakulta odborných studií TU Košice, se sídlem v Prešově, 3. a 4.11.1994, s. 42-45

- [40] HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Nové otěruvzdorné povlaky a jejich vliv na řezivost nástroje. Sborník konference se zahraniční účastí "10. konferencia technologov obrábania", Zlaté Moravce, Slovensko, 20.-21.5.1996, s. 27-29
- [41] HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Vývojové trendy v oblasti nástrojových materiálů ze slinutých karbidů. Sborník mezinárodního kongresu "Výrobní stroje, automatizace a robotizace ve strojírenství", MATAR Praha, sekce 4, 25.-27.6.1996, s. 27-32
- [42] HUMÁR, A. - DANG, V.H.: Užití povlakovaných slinutých karbidů při obrábění korozivzdorné oceli 17 248. Sborník "3. medzinárodného fóra pre štúdium procesov obrábania a tvárnenia, EUROMETALWORKING'96", Bratislava, Strojnícka fakulta STU, Slovensko, 17.-20.9.1996, s. 288-293
- [43] HUMÁR, A. - DANG., V.H.: Advanced methodologies for the optimum use of a new cutting tool materials. Proceedings of the 2nd International Conference "Development of Metal Cutting DMC 98", Katedra strojárskiej metalurgie a technológie Strojníckej fakulty TU Košice, Slovensko, 1.- 2.7.1998, pp. CZ19-CZ23
- [44] HUMÁR, A.- PERNIKÁŘ, J.- DANG, V.H.- ČECH, V.- KOUBEK, J.- KOMÁREK, F.: Rozvoj progresivních metod v technologii obrábění. Řezivost břitových destiček ISCAR při čelním frézování. Výzkumná zpráva. VUT-FS, Ústav strojírenské technologie, Brno, Listopad 1994, 60 s.
- [45] HUMÁR, A., DANG, V.H.: Supertvrde nástrojové materiály. MM - Průmyslové spektrum, 1.část, 10/1999, s. 48-49; 2.část, 11/1999, s. 70-71; 3.část, 12/1999, s. 54-55
- [46] HUSTON, M.F. - KNOBELOCH, G.W. - HYATT, G.L.: Global Trends in Technology and Markets Cutting Tools and Market Trends in the USA, Internetová stránka <http://www.kennametal.com/kennametalwebsite/metalworking/html/techarticles.html>
- [47] CHATTERJEE, S.- EDWARDS, A.G.- NICHOLS, A.- FEIGERLE, C.S.: Analysis of surface preparation treatments for coating tungsten carbide substrates wit diamond thin films. Journal of Materials Science, Vol.32, No.11, Jun 1997, pp. 2827-2833
- [48] CHATTERJEE, S.- EDWARDS, A.G.- FEIGERLE, C.S.: Vhat Makes Diamond Coatings Work? Cutting Tool Engineering, Vol.50, No.1, February 1998, <http://www.ctemag.com/9802/9802Diamond.htm>
- [49] CHOU, Y.K.- EVANS, Ch.J.: Tool wear mechanism in continuous cutting of hardened tool steels. Wear, 212 (1997), pp. 59-65
- [50] ICHIKIZAKI, T.- EGAWA, T.- TSUNODA, H.- FUKAYA, Y.- SHIMOYAMA, T.: Cutting performance improvement of cBN tools made of TiN coated cBN particles. Journal of the Japan Society for Precision Engineering, Vol.59, Dec 1993, pp. 1997-2002

- [51] IKEDA, T.- MONOTISHI, S.- SATOU, T.- KAMEOKA, S.- YOKOMAKU, T.- OZAKI, K.: Diamond coating technology for cutting tools. Research and Development (Kobe Steel, Ltd.), Vol. 42, No. 2, Apr 1992, pp. 57-60
- [52] Internetová stránka <http://www.carboloy.com/graderef.htm>
- [53] ISCARxp, ISCAR`s Electronic Catalog, software, Version 1.0, 1995
- [54] ISCARxp, ISCAR`s Electronic Catalog, software, October 1997 Version
- [55] ISCARxp, ISCAR`s Electronic Catalog for Windows `95/`98, software, 1998
- [56] ISHI, T.- SHIMA. K.: Development of high adhesive α -Al₂O₃ films coated on cemented carbide cutting tools by CVD. Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy, No. 6, Jun 1998, pp. 561-565
- [57] JAROENWORALUCK, A.- YAMAMOTO, T.- IKUHARA, Y.- SAKUMA, T.: Segregation of vanadium at the WC/Co interface in VC-doped WC-Co. Journal of Materials Research, Vol. 13, No. 9, September 1998, pp. 2450-2452
- [58] Jednotné normativy. Obrobiteľnosť materiálov. CNN 10-0-I/II, I.díl. Praha, Federální ministerstvo hutnictví a těžkého strojírenství, Federální ministerstvo všeobecného strojírenství, 1977, 197 s.
- [59] Jednotné normativy. Soustruhy s oběžným průměrem do 500 a 800 mm, I. - Část všeobecná, část technickoorganizační. CNN 10-5-1-I/II. Praha, Federální ministerstvo všeobecného strojírenství, Federální ministerstvo hutnictví a těžkého strojírenství, 1978, 227 s.
- [60] Jednotné normativy. NC soustruhy hrotové - poloautomatické revolverové. Část všeobecná, technicko-organizační, metodická, normativní. JNN-10-5-51-0/II. Praha, Federální ministerstvo všeobecného strojírenství, Federální ministerstvo hutnictví a těžkého strojírenství, Federální ministerstvo elektrotechnického průmyslu, 1987, 301 s.
- [61] JÍLEK, M.- HOLUBÁŘ, P.- ŠÍMA, M.: Vývojové trendy v oblasti povlakování nástrojů ze slinutého karbidu. Sborník technického semináře „Obráběcí nástroje na konci 2. tisíciletí (současný stav a vývoj)“. Dům techniky Pardubice, 24. února 1999, s. 14-17
- [62] KATBI, K.: The Insert as a Cutting System. Manufacturing Engineering, Vol.119, No.2, August 1997, <http://www.sme.org>
- [63] KEIPKE, R.- BUCHKREMER, K.- HERMANN, H.: Machining of hypereutectic Al-Si alloy with CVD diamond coated Si₃N₄ inserts. Materials and Manufacturing Processes, Vol. 13, No. 4, Jul 1998, pp. 603-610
- [64] KENNEDY, M.: Tooling Trends. Cutting Tool Engineering, Vol.50, No.5, August 1998, <http://www.ctemag.com/9808/9808tooling.htm>
- [65] KNOTEK, O.- LÖFFLER, F. - KRÄMER. G.: Arc-deposited Ti-Zr-N coatings on cemented carbides for use in interrupted cutting. Surface and Coatings technology, 49 (1991), s. 325-329
- [66] KOČMAN, K.- HUMÁR, A.: Rozvoj progresivních metod v technologii obrábění. Optimální nasazení nových nástrojových materiálů v řezném proces

- su. Výzkumná zpráva. VUT-FS, Katedra strojírenské technologie, Brno, Listopad 1992, 22 s.
- [67] KOČMAN, K.- HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Rozvoj progresivních metod v technologii obrábění. Obrobitelnost korozivzdorné oceli 17 248. Výzkumná zpráva. VUT-FS, Katedra strojírenské technologie, Brno, Listopad 1993, 24 s.
- [68] KOČMAN, K.- BUMBÁLEK, B.- HUMÁR, A.: Rozvoj progresivních technologií obrábění a vytvoření banky dat technologických informací pro řízení CNC strojů a kontrolu kinetické obrobitelnosti. Intenzifikační činitele rozvoje pokrokových technologií obrábění. Ústav strojírenské technologie, VUT-FS Brno, Listopad 1996
- [69] KOEPFER, Ch.: Diamond-Coated Carbide Inserts - Ready, Set, Go! MMS Online Article, <http://www.mmsonline.com/articles/049604.html>
- [70] KOMÁREK, F.: Problematika matematického zpracování křivek opotřebení - čas pro T-v závislosti. Diplomová práce. VUT-FS Brno, Katedra strojírenské technologie, 1994, 47 s.
- [71] Kombinovaný povlak BALINIT® HARDLUBE. EMUGE - FRANKEN servisní centrum, s.r.o., Horníkova 36, 628 00 Brno, 1998
- [72] KONYASHIN, I.Y.- GUSEVA, M.B.- BABAEV, V.G.- KHVOSTOV, V.V.- LOPEZ, G.M.- ALEXENKO, A.E.: Diamond films deposited on WC-Co substrates by use of barrier interlayers and nano-grained diamond seeds. Thin Solid Films, Vol. 300, No. 1-2, May 1997, pp. 18-24
- [73] KUBEL. Ed.: Coatings - Crank up tool performance. Manufacturing Engineering, Vol.120, No.1, January 1998, <http://www.sme.org>
- [74] KUBELKA, S.- HAUBNER, R.- LUX, B.- STEINER, R.- STINGEDER, G.- GRASSERBAUER, M.: Influence of WC-Co hard metal substrate pretreatments with boron and silicon on low pressure diamond deposition. Diamond and Related Materials, Vol. 3, No. 11-12, Nov. 1994, pp. 1360-1369
- [75] KULHÁNEK, F.: Konstrukční oceli československé a zahraniční. Praha, SNTL 1970, 279 s.
- [76] Krupp Widia GmbH, Essen: Richtwerte für das Drehen von Eisen-werkstoffen, 1985
- [77] Krupp Widia GmbH, Essen: Richtwerte für das Fräsen von Eisen-werkstoffen, 1990
- [78] LEE, D.- SING, R.K.: Diamond coatings on surface-modified carbide tools using KrF pulsed laser. Materials Research Society Symposium Proceedings, MRS Warrendale, USA, Dec 1-5, 1997, pp. 267-272
- [79] LEE, M.- KOCH, E.F.- HALE, T.E.: Study of the coating - substrate interface of an Al₂O₃ - coated cemented carbide cutting tool. International Journal of Refractory Materials and Hard materials, Vol. 14, No. 5-6, 1996, pp. 335-343
- [80] LIU, C.T.: A new design of tungsten carbide tools with diamond coatings. Journal of Materials Research, Vol. 11, No. 9, September 1996, pp. 2220-2230

- [81] LIU, G.J.- QIU, H.B.- TODD, R.- BROOK, R.J.- GUO, J.K.: Processing and mechanical behavior of Al₂O₃/ZrO₂ nanocomposites. *Materials Research Bulletin*, Vol. 33, No. 2, Feb 1998, pp. 281-288
- [82] LOPEZ, J.M.- BABAYEV, V.G.- KHVOSTOV, V.V.- ALBELLA, J.M.: Highly-adhered diamond coating deposited onto WC-Co cemented carbides via barrier. *Journal of Materials Research*, October 1998, <http://dns.mrs.org/publications/jmr/jmra/1998/oct/017.html>
- [83] MALSHE, A.P.- TAHER, M.A.- NASEEM, H.A.- BROWN, W.D.- BHAT, D.G.- SUNG, Ch.: Investigation of the effects of post-deposition polishing on microstructural properties of CVD diamond-coated cutting tools, <http://web.engr.uark.edu/~mat/ab3.html>
- [84] Metallwerk Plansee GmbH, Reute, Austria: Composition and properties of TIZIT grades, 477 DEF 10.83, 1983
- [85] Metallwerk Plansee GmbH, Reute, Austria: CVD coating equipment, 471 DEF 9.83, 1983
- [86] Metallwerk Plansee GmbH, Reute, Austria: TIZIT Starmaster Sr17, 430T 2.83, 1983
- [87] Mitsubishi Carbide: Cermet for high speed finish turning, LA042, <http://www-carbide2.mmc.co.jp>
- [88] Mitsubishi Carbide MMC Hartmetal GmbH, Meerbusch, Germany: CVD - beschichtete Sorte für das Fräsen von Gußeisen, LJ347D, 96.11.R(4B), 1996
- [89] Mitsubishi Carbide MMC Hartmetal GmbH, Meerbusch, Germany: Unterbrochene bearbeitung schwere Schruppbearbeitung, zähe CVD-Beschichtung, LJ338D, 96.11.R(4B), 1996
- [90] Mitsubishi Carbide MMC Hartmetal GmbH, Meerbusch, Germany: Metal cutting carbide tools, 97.7.A(1C), 1997
- [91] Mitsubishi Carbide MMC Hartmetal GmbH, Meerbusch, Germany: M-TAS100 Mitsubishi Carbide Electronic Catalog, software, Ver. 1.1E, 1998
- [92] Mitsubishi Carbide: Sintered CBN MBC tool, LJ353E, <http://www-carbide2.mmc.co.jp>
- [93] Montanwerke Walter GmbH, Tübingen, Germany: Eine starke Entwicklung WTL41 und WTL82, 194822-292 (01/87), 1987
- [94] Montanwerke Walter GmbH, Tübingen, Germany: WALTER - NOVEX - TURN, Wirtschaftlichkeit ist Trumpf, 194837-292 (05/87), 1987
- [95] Montanwerke Walter AG, Tübingen, Germany: Universal Data Bank (UDB), Version 1.1997
- [96] Multiple-layer Coatings Keep Microcracks From Destroying Inserts. MMS Online Article, <http://www.mmsonline.com/articles/0199scan2.html>
- [97] MURAKAWA, M.- TAKEUCHI, S.: Application of brazed diamond film as insert for turning aluminium alloys. *Surface and Coatings Technology*, 47 (1991), p.654-661

- [98] MURAKAWA, M.- TAKEUCHI, S.: Mechanical applications of thin and thick diamond films. *Surface and Coatings technology*, 49(1991), p.359-365
- [99] New coatings for high-performance tools. <http://www.balinit.balzers.net/mainpage/info4.htm>
- [100] *News. Metals & Hard Materials*, Vol. 16, No. 2/1998, pp 159-163
- [101] NISHIMURA, T.- MITOMO, M.- SUEMATSU, H.: High temperature strength of silicon nitride ceramics with ytterbium silicon oxynitride. *Journal of Materials Research*, January 1997, <http://dns.mrs.org/publications/jmr/jmra/1997/jan/abs/27.html>
- [102] OLSON, J.M.- DAWES, M.J.: Examination of the material properties and performance of thin-diamond film cutting tool inserts produced by arc-jet and hot filament chemical vapor deposition. *Journal of Materials Research*, Vol. 11, No. 7, July 1996, pp. 1765-1775
- [103] PCBN Application Guidelines. <http://www.indexable.com/product/pcbnapp.html>
- [104] PELTRÁN, P.: Technologie MT-CVD. Sborník technického semináře „Obráběcí nástroje na konci 2. tisíciletí (současný stav a vývoj)“. *Dům techniky Pardubice*, 24. února 1999, s. 11-13
- [105] Povlakovací centrum PLATIT, LISS, a.s., Rožnov pod Radhoštěm: *Dopřejte svým nástrojům špičkové výkony*, 1999
- [106] Pramet, a.s., Šumperk: *Vyměnitelné břitové destičky*. TIPRA Praha, 1994, 107 s.
- [107] Pramet, a.s., Šumperk: *Příručka obrábění - optimální volba a použití nástrojů Pramet Diadur*. PRIR 0398-CZ, 1998
- [108] Pramet, a.s., Šumperk: *Nový materiál pro frézování*. 1999, 8026 05/99 CZ
- [109] *Příručka obrábění - kniha pro praktiky*. AB Sandvik Coromant, Sandvik CZ, s.r.o., Praha, 1. české vydání 1997, ISBN 91-97 22 99-4-6
- [110] PVD CVD Coating Systems and sintering Furnaces HIP, R. & H. Hegi Systems, <http://members.tripod.com/~RHHEGI/index.html>
- [111] RAJIV, S.- SHIVAKUMAR, R.: METEX - An expert system for machining planning. *Int. J. Prod. res.*, 1992, vol. 30, No. 7, pp. 1501-1516
- [112] Seco Tools AB, Fagersta, Sweden: *Quick Guide, Schnittdaten, Drehen, Fräsen*, ST874552T, 1987
- [113] Seco Tools AB, Fagersta, Sweden: *Seco-Guide, Drehen*, ST904564T, 1990
- [114] Seco Tools AB, Fagersta, Sweden: *Seco guide, Turning inserts, With toolholder recommendations, The choice is easy*, ST914691E, 1991
- [115] Seco Tools AB, Fagersta, Sweden: *Die Wahl fällt leicht bei Rostfrei*, ST934732T, 1993
- [116] Seco Tools AB, Fagersta, Sweden: *SECOTURN*, software, 1995
- [117] Seco Tools AB, Fagersta, Sweden: *SecoCut version 2.21*, Internetová stránka <http://www.secotools.se/sw/toolbox/index.shtml>
- [118] Seco Tools AB, Fagersta, Sweden: *Secomax PCD20, Milling inserts for maximum wear resistance*. ST 984896E, 1998

- [119]Seco Tools AB, Fagersta, Sweden: Secomax CBN300, Quantensprung bei der Gussbearbeitung, ST984878T, 1998
- [120]SELINDER, T.I.- SJOSTRAND, M.E.: Performance of PVD TiN/TaN and TiN/NbN superlattice cemented carbide tools in stainless steel machining. Surface and Coating Technology, Vol. 105, No. 1-2, Jun 1998, pp. 51-55
- [121]SHIMIZU, Y.- TOBIOKA, M.- KITAGAWA, N.- NOMURA, T.: Development of New T110A and T130A Tough Cermet. MPR December 1989, pp. 827-834
- [122]SCHNEIDER, D.- SCHULTRICH, B.- BURCK, P.- SCHEIBE, H.J.- JÖRGENSEN, G.- LAHRES, M.- KARNER, J.: Non-destructive characterization of CVD diamond films on cemented carbide cutting tools. Diamond and Related Materials, 7(1998), pp. 589-596
- [123]SCHUBERT, W.D.- NEUMEISTER, H.- KINGER, G.- LUX, B.: Hardness to toughness relationship of fine-grained WC-Co hardmetals. International Journal of Refractory Metals and hard Materials, Vol. 16, No. 2, 1998, pp. 133-142
- [124]SPUR, G.: The Factory of the Future: Management Aspects. Annals of the CIRP, Vol. 37/2/1988, pp. 553-554
- [125]SODEBERG, S.: Advances in metal cutting tool materials. Scandinavian Journal of Metallurgy, Vol. 26, No. 1, 1997, pp. 65-70
- [126]SU, Y.L., - YAO, S.H.- LEU, Z.L.- WEI, C.S.- WU, C.T.: Comparison of tribological behavior of three films - TiN, TiCN and CrN - grown by physical vapor deposition. Wear, 213 (1997), pp. 165-174
- [127]SU, Y.L., YAO, S.H.- WEI, C.S.- WU, C.T.: Analyse and design of a WC milling cutter with TiCN coating. Wear, Vol. 215, No.1-2, Mar 1998, pp.59-66
- [128]Superhard Coatings: Diamond and Cubic Boron Nitride (c-BN). Fraunhofer Institut Schicht- und Oberflächentechnik. http://www.ist.fhg.de/superhart_e.html
- [129]Sumitomo Electric Hardmetal Ltd.: Sumiboron (CBN), Sumidia (PCD) tools. 70010500- 01/91
- [130]TAKATSU, S.: Recent Developments in Hard Cutting Tool Materials. High Temperature Materials and Processes, Vol. 9, Nos. 2-4, 1990, pp. 175-193
- [131]TAN, H.- YANG, W.: Toughening mechanism of nano-composite ceramics. Mechanics of materials, 30 (1998), pp. 111-123
- [132]The Misunderstood Cermet. Manufacturing Engineering, Vol.119, No., August 1997, <http://www.sme.org>
- [133]WALTER, H.- BEWILOGUA, K.- SCHÜTZE, A.- MAASSEN, T.: Improvement of the adhesion of sputter-deposited cubic boron nitride films. Diamond and Related Materials, Vol. 8, No. 1, January 1999, pp. 110-113
- [134]What exactly is PVD? Danish Technological Institute, Teknologiparken, DK-8000 Aarhus, Denmark, <http://www.tribology.dti.dk/pvd.html>
- [135]What is PCVD? Danish Technological Institute, Teknologiparken, DK-8000 Aarhus, Denmark, http://www.tribology.dti.dk/plasma_cvd.html

- [136]WIDIA GmbH, Essen: Exponententabelle für WIDIA - Hartmetallsorten, 1995
- [137]Widia Valenite Heinlein, Perchtoldsdorf, Austria: Widaselect TN7005, TN7010, TN7015, TN7025, TN7035, die neuen Sorten zum Drehen, 070 100 W 0897, 1997
- [138]YOSHIDA H.- KUME, S.: Very high pressure sintering of cBN particles coated with TiN-TiB₂ layer formed by disproportionation reaction in molten salts. Journal of Materials Research, Vol. 12, No. 3, March 1997, pp. 585-588
- [139]YOSHIKAWA, H.: The Factory of the Future: Social Aspects. Annals of the CIRP, Vol. 37/2/1988, pp. 555-556
- [140]ZELENÝ, J.: Řezný proces obrábění na přelomu tisíciletí. Technický týdeník, ročník XLVII, číslo 24, 1999, s. 6-7
- [141]ZIMA. L.: Řezné materiály - historie, současnost a očekávání. Sborník technického semináře „Obráběcí nástroje na konci 2. tisíciletí (současný stav a vývoj)“. Dům techniky Pardubice, 24. února 1999, s. 3-7

7. SUMMARY

The PhD work contains an analysis of present state and future trends at the branch of development, production and especially use of new tool materials. It is aimed to the new coating methods and new types of coated sintered carbides namely, from the point of view of their properties and recommended conditions of use.

There is the detailed analysis of uncoated and coated sintered carbides production assortment of home and meaningful foreign producers of cutting tools and tool materials in this work. This analysis is completed with analysis of technical catalogues, handbooks and computer software of these producers, which is aimed to the methodical aspect of recommended cutting conditions determining. The mathematical relations for computation of these conditions, including constants and exponents for practical use of these relations have been discovered for representative tool materials of individual producers. The method of evaluate of machinability of machined

materials from different producers had been unified on the basis of the Widia method.

The main result of the work is computer software making for effective cutting conditions election for longitudinal turning of steels by the help of uncoated and coated sintered carbides from home and foreign producers, which are commonly used at the Czech engineering plants. This software has been made by the help of Visual Basic language version 4.0 and it is designed for use at operation system Windows 95 and higher.

8. AUTOROVO CURRICULUM VITAE

Ing. DANG Viet Hai

Narozen: 18.1.1969 v Thanh Hoa, Vietnam

Vzdělání:

V letech 1987 až 1991 studoval obor strojírenská technologie na strojní fakultě VUT v Brně. Studium absolvoval v roce 1991 s červeným diplomem a celkovým studijním průměrem 1,00.

Přehled zaměstnání:

1991 - 1994: DAVIHA, v.o.s., obchodní referent

1994 - 1999: ADINA, s.r.o., vedoucí ekonomicko marketingového úseku

1999: AMANTEA VTK, s.r.o., jednatel společnosti

Přehled publikací:

1. DANG, V.H.: Řezivost nových progresivních nástrojových materiálů. Diplomová práce. VUT-FS Brno, 1991, 47 s.
2. HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Rozvoj progresivních metod v technologii obrábění. Řezivost nových progresivních nástrojových materiálů. Výzkumná zpráva. VUT-FS, Katedra strojírenské technologie, Brno, Listopad 1991, 23 s.
3. HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Obrobitelnost ocelí. Technik - měsíčník Hospodářských novin 2/Červenec 1993, s. 41,42
4. HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Řezivost břitových destiček ISCAR při čelním frézování. Sborník Celostátní konference s mezinárodní účastí REZNÉ NÁSTROJE. Fakulta odborných studií TU Košice, se sídlem v Prešově, 3. a 4.11.1994, s. 42-45

5. HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Nové otěruvzdorné povlaky a jejich vliv na řezivost nástroje. Sborník konference se zahraniční účastí "10. konferencia technológov obrábania", Zlaté Moravce, Slovensko, 20.-21.5.1996, s. 27-29
6. HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Vývojové trendy v oblasti nástrojových materiálů ze slinutých karbidů. Sborník mezinárodního kongresu "Výrobní stroje, automatizace a robotizace ve strojírenství", MATAR Praha, sekce 4, 25.-27.6.1996, s. 27-32
7. HUMÁR, A. - DANG, V.H.: Užití povlakovaných slinutých karbidů při obrábění korozivzdorné oceli 17 248. Sborník "3. medzinárodného fóra pre štúdium procesov obrábania a tvárnenia, EUROMETALWORKING`96", Bratislava, Strojnícka fakulta STU, Slovensko, 17.-20.9.1996, s. 288-293
8. HUMÁR, A. - DANG., V.H.: Advanced methodologies for the optimum use of a new cutting tool materials. Proceedings of the 2nd International Conference "Development of Metal Cutting DMC 98", Katedra strojárskiej metalurgie a technológie Strojníckej fakulty TU Košice, Slovensko, 1.- 2.7.1998, p. CZ19-CZ23
9. HUMÁR, A., DANG, V.H.: Supertvrdé nástrojové materiály. MM - Průmyslové spektrum, 1.část, 10/1999, s. 48-49; 2.část, 11/1999, s. 70-71; 3.část, 12/1999, s. 54-55
- 10.HUMÁR, A.- PERNIKÁŘ, J.- DANG, V.H.- ČECH, V.- KOUBEK, J.- KOMÁREK, F.: Rozvoj progresivních metod v technologii obrábění. Řezivost břitových destiček ISCAR při čelním frézování. Výzkumná zpráva. VUT-FS, Ústav strojírenské technologie, Brno, Listopad 1994, 60 s.
- 11.KOCMAN, K.- HUMÁR, A.- DANG, V.H.: Rozvoj progresivních metod v technologii obrábění. Obrobitelnost korozivzdorné oceli 17 248. Výzkumná zpráva. VUT-FS, Katedra strojírenské technologie, Brno, Listopad 1993, 24 s.