



Inovační program společnosti PILSEN TOOLS s.r.o.

Dr. Ing. Miloslav KESL
PILSEN TOOLS s.r.o.
Tylova 57, 316 00 Plzeň
tel.: 604 293 186
mail: kesi@pilsentools.cz

Cílem přednášky je seznámit posluchače s výsledky výzkumu a vývoje prováděné v rámci technického rozvoje výrobné základny za účelem zvyšování užité hodnoty nástrojů.

Především půjde o tyto okruhy otázek:

- 1 Nová řada vysokootáčkových otočných hrotů s novým konstrukčním provedením (pracho - i vodotěsných).
- 2 Řezné nástroje vyráběné z RO-PM; jejich vlastnosti - přednosti i nedostatky; porovnání s běžnou rychlořeznou ocelí.
- 3 Optimalizace technologie výroby polotovarů pouzder otočných hrotů.
- 4 Vyhodnocení optimalizace tenkých vrstev v rámci projektu "TANDEM".
- 5 Další vývojové směry v rámci TR v PILSEN TOOLS s.r.o.

Klíčová slova:

stabilita řezného procesu; RO-PM; trvanlivost břitů; opotřebenění břitů; systém tenká vrstva-substrát;

The goal of the lecture will be to inform the hearers about the development results made within the technical advancement of produkt base in order to enhance the use value of the tools.

The main issues will be:

- 1 The new range of high-speed live centers with the new type of construction (dust- and waterproof).
- 2 Cutting tools produced from RO-PM, their qualities and deficiencies, the comparison with the classical steel.
- 3 Technology optimization of the production of live center's semifinished bushes.
- 4 The optimization evaluation of thin layers within the project „TANDEM“.
- 5 Other development directions within Technical Development in PILSEN TOOLS Ltd.

Keywords:

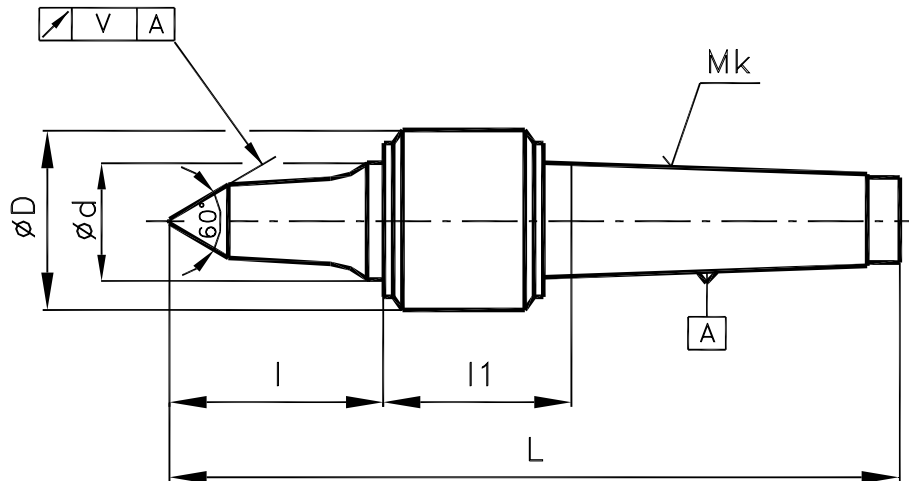
The Stability of Cutting Proces; HSS-PM; Tool Life; Tool Wear; The Thin Layer-Substrate System;

1 Nová řada vysokootáčkových otočných hrotů s novým konstrukčním provedením – prachotěsných i vodotěsných

Výroba upínacího náradí a především otočných hrotů má v bývalé škodovické Nárad'ovně více jak 90letou historii. Jako každý výrobek prochází i tento řadou inovací, neboť udržet se na trhu, být konkurenceschopný, znamená uspokojovat rostoucí požadavky zákazníků v maximální míře a komfortu. Uvedené výrobky jsou distribuovány pod normou

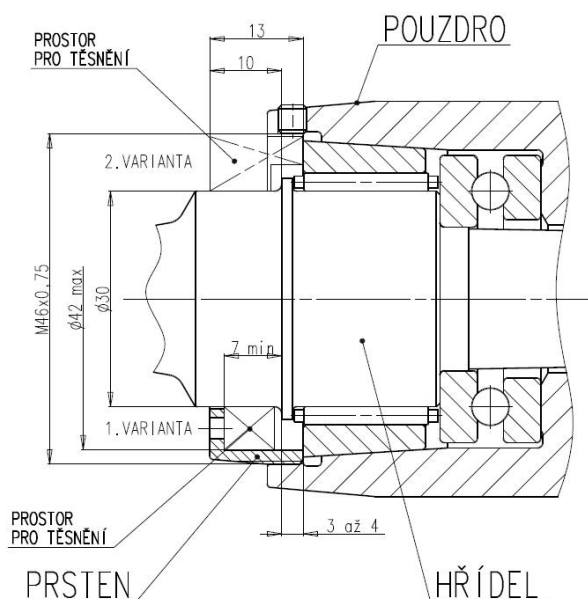
ČSN EN ISO 24 33XX s tím, že máme již 9 modifikací (celosvětově nejznámější je typ ČSN 24 3324). Když se nám podařilo před 3 roky vyřešit otočné hroty vhodné pro NC soustruhy tj. vysokootáčkové (ČSN 24 3327 UNI-VO), s dovolenými otáčkami od 9000 – 11 000 otáček/min. (dle velikosti kužele Mk), vyvstal další úkol a to vyřešit jejich vodotěsnost (doposud byly vyráběny pouze jako prachotěsné).

Celkový pohled na vysokootáčkový hrot -NC



V rámci tech. rozvoje (TR) proto byl řešen úkol dokonalého vyřešení vodotěsnosti u všech vyráběných typů. Byly odzkoušeny různé varianty konstrukčních řešení (gufera; „O“ kroužky; tvarová těsnění z PA 6 Delrin - kalibrována na trnech;), ale bohužel, vlivem intenzivního tření mezi rotující hřídelí a statickým těsněním, všechna měla poměrně malou životnost a navíc u některých docházelo k vydírání hřídele, takže se do ložisek dostávaly i hrubé nečistoty. Na základě uvedených skutečností jsme se orientovali na labyrintové provedení těsnění a ve spolupráci s firmou PUMA MB jsme se spojili s předním světovým výrobcem uvedených těsnění tj. firmou INPRO/SEAL.

1. Zadání – návrhy řešení



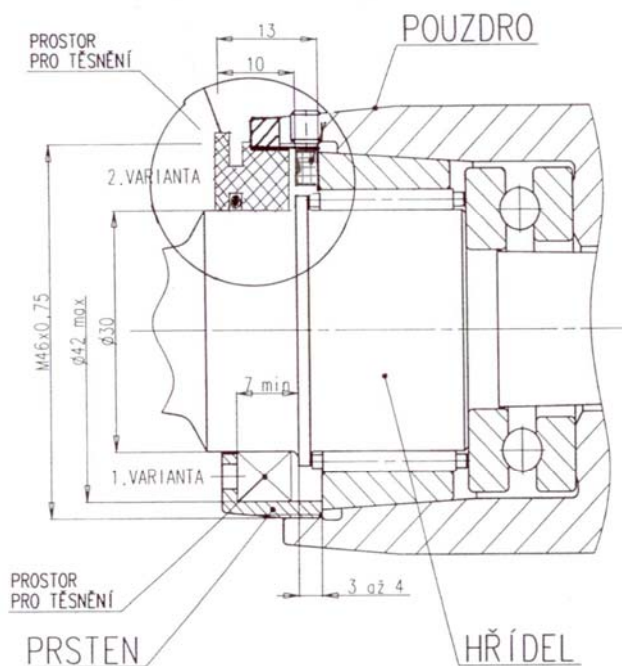
POMOCÍ PRSTENU SE VYMEZUJE
RADIÁLNÍ VŮLE V JEHLVĚM LOŽISKU

V 1. VARIANTĚ BY SE TĚSNĚNÍ VKLÁDALO
MEZI NAMI VYROBENÝ PRSTEN A HŘÍDEL

VE 2. VARIANTĚ BY SE TĚSNĚNÍ MONTOVALO
MEZI POUZDRO A HŘÍDEL

1 VE VARIANTĚ 2 MUSÍ BÝT ZACHOVÁNA
FUKČNOST 1.VARIANTY

2. Varianty řešení - nalícování do stávajícího prstenu
- samostatné provedení



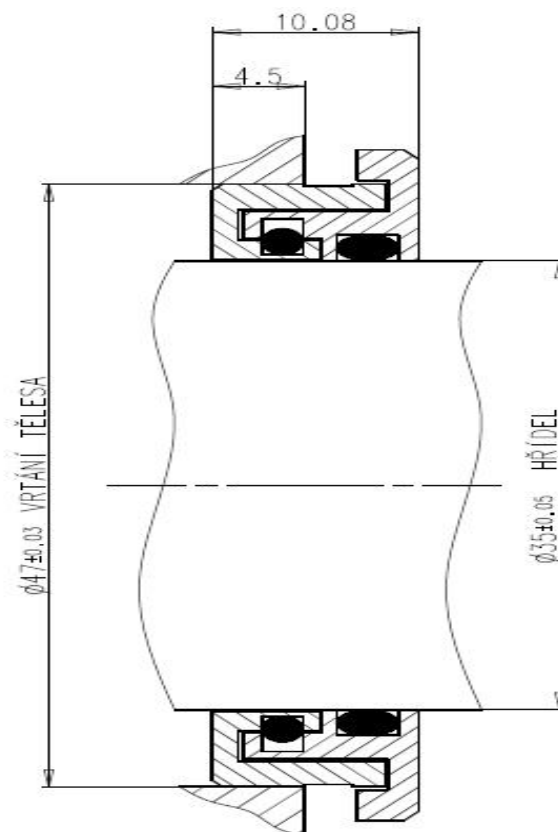
POMOCÍ PRSTENU SE VYMEZUJE
RADIÁLNÍ VŮLE V JEHLVĚM LOŽISKU

V 1. VARIANTĚ BY SE TĚSNĚNÍ VKLÁDALO
MEZI NAMI VYROBENÝ PRSTEN A HŘÍDEL

VE 2. VARIANTĚ BY SE TĚSNĚNÍ MONTOVALO
MEZI POUZDRO A HŘÍDEL

1 VE VARIANTĚ 2 MUSÍ BÝT ZACHOVÁNA
FUKČNOST 1.VARIANTY

3. Konečné konstrukční provedení





Celkový pohled na sestavu otočného hrotu Mk4

Výhody uvedeného řešení:

- těsnění pracuje na principu turbinového efektu tj. mezi rotorem a statorem vlivem odstředivé síly a vzniklého podtlaku, dochází k rozpinání vnitřního těsnícího kroužku v labyrintu, tzn. nedochází ke tření mezi rotorem a statorem; vnitřní kroužek má dvojí funkci – těsnící
- unášecí
- případné vniknutí kapaliny do prostoru labyrintu odeče otvorem ve satoru;
- v klidové poloze zabraňuje vniknutí kapaliny dovnitř stáhnutý vnitřní těsnící kroužek v labyrintu

ZÁVĚR

Vzhledem na předešlé inovace tj. zavedení velmi kvalitního mazacího tuku (na bázi lithia a vápníku), u kterého výrobce garantuje životnost po celou dobu životnosti valivých ložisek, což umožnilo vypustit přimazávací otvor. Díky uvedené inovaci se staly otočné hroty bezúdržbové a plně komfortní.

2 Řezné nástroje vyráběné z RO-PM; jejich vlastnosti - přednosti i nedostatky; porovnání s běžnou rychlořeznou ocelí

Hlavní důvody využití vysoce legovaných RO-PM na našich výrobcích jsou především tyto:

- a) trvale zhoršující se obrobitelnost používaných jakostí ocelí u zákazníků;
- b) možnost realizace procesů třískového opracování mat. v zušlechťeném stavu ($R_m = 1050 - 1280 \text{ MPa}$);
- c) vyšší řezné podmínky – vyšší produktivita obrábění; vyšší výkon;
- d) v řadě případů, vlivem homogenní struktury, lepší obrobitelnost i obrusitelnost, tzn. lepší výsledná integrita povrchu břitů;
- e) vyšší tepelné zatížení (až 600°C) bez ztráty řezivosti;
- f) vhodný substrát pro PVD TV z hlediska adheze popř. plazmovou nitridací;
- g) optimální tvar i rozměry výchozího polotovaru (min. objem obrábění);
- h) vysoce pozitivní geometrie u řezného náradí;



- i) i přes vysoké tvrdosti (až 69 HRC) je dosahována poměrně vysoká houževnatost;
- j) homogenní mikrostruktura s rovnoměrně rozloženými karbidickými fázemi (bez metalurgických vad), vysoký stupeň protváření;
- k) vyšší trvanlivost tím i životnost oproti běžným RO nástrojům;

Záporné stránky:

- a) podstatně vyšší kg cena oproti standardním RO (cca 3 x);
- b) vyšší nároky na bezpodmínečné dodržování režimů TZ v důsledku ledeburitické struktury tj. karbidicko-austenitického eutektika; citlivější na vylučování sekundárních karbidů po hranicích austenitických zrn ve fázi ochlazování mezi $T=800^{\circ}\text{C}$ až $T=500^{\circ}\text{C}$;

Poznámka: V důsledku vysokého stupně legování klesá tepelná vodivost, a proto jsou nutné časové prodlevy ve fázi předehřevu a u geometricky složitých tvarů (štíhlostně nevýhodných poměrů - l : d) použit termálního způsobu kalení s minimalizací teplotního gradientu povrch-jádro a vlastní martenzitickou transformaci řešit na vzduchu; z uvedených důvodů velmi často řešíme TZ RO-PM v solných lázních;

- c) delší termín dodání optimálních polotovarů;
- d) kvalitnější brusivo (KBN) tj. vyšší přímé náklady na přeostřování;
- e) solidní technický stav obráběcího stroje (menší vůle v uložení vřetene a pohyb. mechanismech u obráběcího stroje, vyšší otáčková řada,...);

Použité typy RO-PM

Bohdan BOLZANO : US 2000; CPM 1V; (na tvářecí nástroje za studena)

CPM Rex M4; CPM Rex T15; CPM Rex 76; (frézy,...)

ASP 2023; ASP 2030; ASP 2052 (protah. trny, odval. fr.)

Thyssen Krupp : TSP1; TSP4; TSP5;

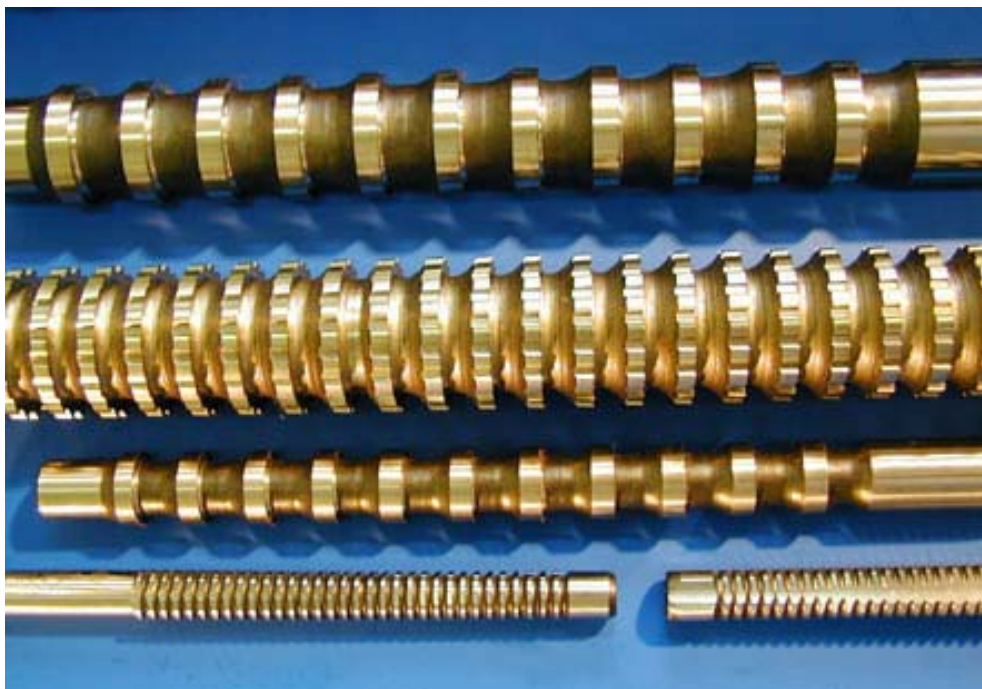
Böhler Uddeholm : Vanadis 23; Vanadis 30;

Erasteel : ASP 2023

ZÁVĚR

Nelze jednoznačně říci, že např. kobaltové oceli jsou lepší než bezkobaltové a skutečně záleží na detailní znalosti daného způsobu (technologie) obrábění, silovém zatížení břitů, druhu (intenzitě) opotřebení, třídě obrobitelnosti, ... ale i z pohledu ekonomického hlediska. Z naší zkušenosti RO-PM nám vyřešily mnoho složitých případů jak řezného tak lisovacího nářadí, ale na druhé straně otevřeně říkáme, že u závitorezného nářadí byly výsledky horší než s použitím klasických RO. Správná volba výchozího materiálu je skutečně velmi důležitá až rozhodující, neboť již na začátku ovlivňuje výsledek procesu a vyžaduje jak hluboké teoretické znalosti tak praktické zkušenosti. Jedno doporučení pro konstruktéry při volbě řezného mat.: **„posuzujte jakosti ocelí nejen z hlediska mechanických hodnot, ale především podle hmotnostního procentuálního obsahu jednotlivých prvků“**. Pokud jeden „článek“ v dlouhém řetězci realizace zkolabuje, bývá veškeré snažení už zbytečné.

Příklady použití nástrojů z RO-PM





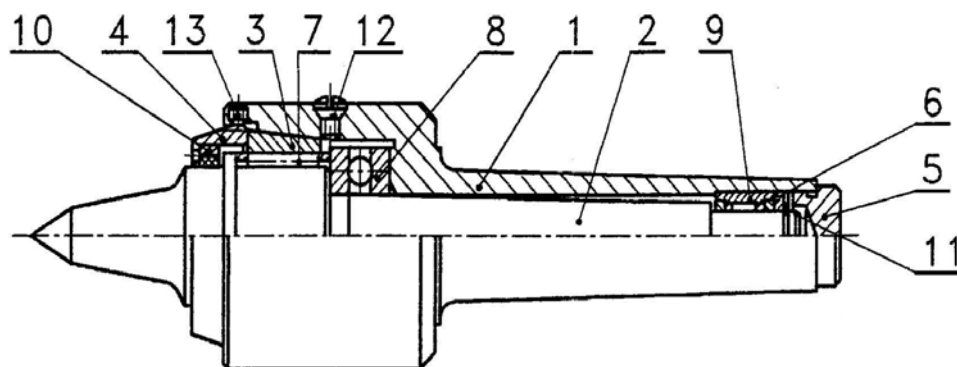
3 Optimalizace technologie výroby polotovarů pouzder otočných hrotů

Vzhledem k postavení výrobku – otočného hrotu – nejen z pohledu objemového ukazatele na podílu celkové produkce naší společnosti, ale i největšího exportního postavení v žebříčku vývozu, je trvale nezbytné neustálé hledání výrobních alternativ a především hospodárnějších způsobů výroby za přispění moderních technologií. Tato strategie je nezbytná pro udržení konkurenceschopnosti výrobku a současně dosažení ekonomického výsledku pro další rozšířenou reprodukci.

Z výše uvedených faktorů jsme přikročili ke 2 inovačním směrům:

- 1 Racionalizace technologická – změna polotovaru
- 2 Racionalizace v podobě změny výrobní základny

Řez otočným hrotem



1. Racionalizace technologická – změna polotovaru

Z celkové sestavy otočného hrotu je pozice 1 – pouzdro – výrobně nejnáročnější a tím nejdražší, a proto jsme v TR soustředili pozornost na tento díl při hledání úspor ve vlastních výrobních nákladech. Proto byl polotovar pouzdra řešen náhradou plného mat. (přířezu) za zápusťkový výkovek. Integrované provedení zápusťky je řešeno výměnnými prvky, které dovolují tvářet 3 velikosti pouzder (Mk 3, 4, 5). Optimalizace konstrukčního řešení nástroje byla řešena za přispění projektu EUREKA E!3030 – FORMINGTOOLS (MŠMT), kde jsme řešili způsoby zvyšování životnosti zápusťek.

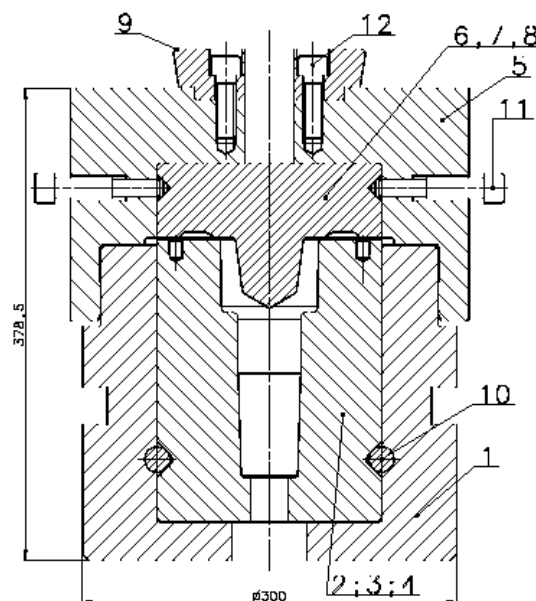
Z rozboru hospodárnosti výroby vyplývá velký rozdíl srovnáním obou technologií. Při staré technologii výroby z plného materiálu byl koeficient využití materiálu jen 0,2. To znamená, že materiál byl využit pouze z 20 %. U nové technologie už je tento koeficient podstatně vyšší. Dosahuje hodnoty 0,42. Využití materiálu je tedy 42 %. Při použití nové technologie se ušetří na jednom kusu pouzdra 1,72 kg materiálu. Cena jednoho kilogramu materiálu 12056.1, ze kterého jsou pouzdra vyráběna, je 22-25,-Kč/kg. Po vynásobení se zjistí, že na jednom pouzdře lze ušetřit na materiálu 38 – 43,- Kč, což je hodnota vyšší než cena vykování výkovek!

U velikosti Morse 5 dochází ještě k vyšší úspoře materiálu, pro velikost MORSE 3 je úspora nižší.

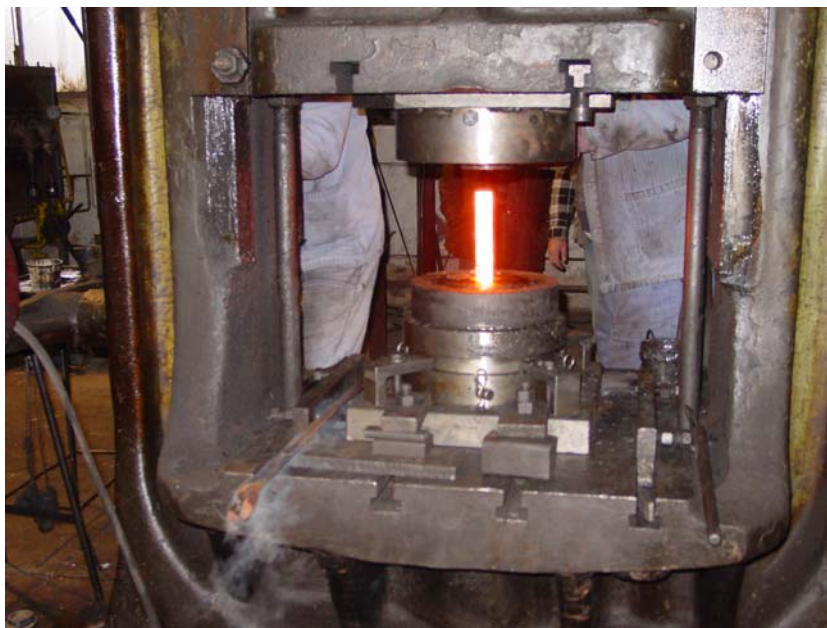
Pohled na výkovek a třískově obrobene pouzdro



Řez sestavním výkresem zápusťky



Pohled na tváření na lisu



2. Racionalizace v podobě změny výrobní základny

Pod tlakem zvyšování konkurenceschopnosti našeho největšího exportního výrobku jsme potřebovali podstatně zproduktivnit výrobu tj. zkrátit potřebné strojní časy. Proto jsme podali žádost o dotaci z Programu PHARE 2003, projektu pod názvem „Nákup nových CNC technologií na obrábění kovů“, čímž se nám podařilo získat dvouvrátenový soustruh Maxxturn 65 SM s Y – osou od firmy EMCO a podstatně snížit strojní čas a tím i náklady – viz tab.

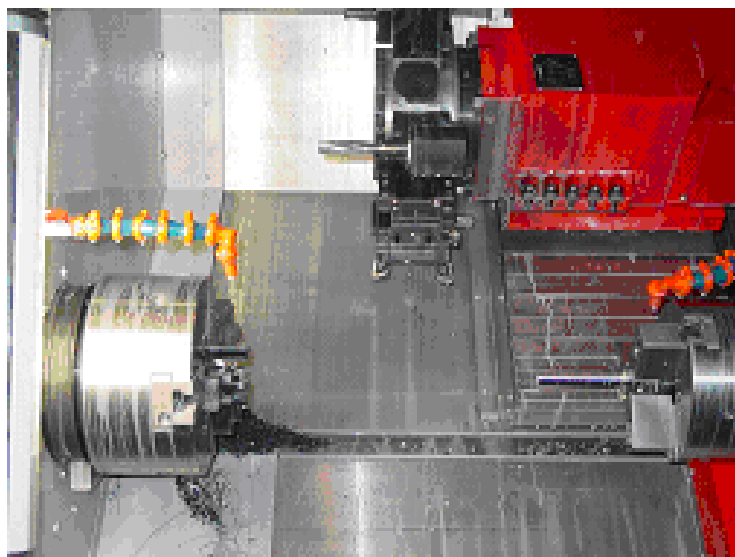
a) časové úspory

Technologie	Celkový čas	Přímé mzdy
starý vyr. postup	35,64 min	47,14 Kč
nový vyr. postup	23,06 min	31,03 Kč

b) celkové úspory

	Počet ks/rok	Materiálová úspora	Úspora mezd
MK 4	9.010ks/rok	384.331,-Kč	145.151Kč
MK 5	9.322ks/rok	cca 500.000,-Kč	171.059,-Kč

Celkový pohled na Maxxturn 65 SM



Shrnutí:

racionalizačními opatřeními jsme dosáhli:

- snížení nákladů (mat. i výrobních)
- snížení přídavek na broušení
- zmenšení počtu výrobních operací na pouzdru
- zkrácení průběžné doby výroby
- zvýšení kvality pouzder

4 Vyhodnocení optimalizace tenkých vrstev v rámci programu "TANDEM"

V souladu s požadavky na trvalé zvyšování užitných hodnot námi vyráběných rezných nástrojů se nám daří, i s pomocí získaného projektu MPO ev.č. FT-TA4/082 pod názvem „Vývoj a optimalizace povrchových úprav nástrojů“, optimalizovat povrchovou úpravu břitů ve vztahu na konkrétní podmínky obrábění. Mottem našeho vývoje je nabídnout zákazníkům

vysoce kvalitní HSS řezné nástroje (s pozitivní geometrií) a to do procesů třískového obrábění se zhoršenou obrobiteľností (10-11b) tj. ocelí v zušlechťeném stavu do $R_m = 1250$ MPa. Po dvouletém vývoji jsme detailně analyzovali (porovnali) chování tenkých vrstev TiN, TiCN, TiAlN, AlTiN, AlTiSiN, CrN na dodaných vzorcích z povlakovacích zařízení technologiemi PVD a PA CVD z celé republiky. Ve spolupráci se spoluřešitelem ZČU-KMM byly studované systémy tenkých vrstev podrobeny nanoindentačnímu měření mikrotvrdomosti na přístroji Shimadzu DUH 202; pomocí rtg fluorescenční analýzy byla měřena homogenita a tloušťka vrstev; na přístroji scratch tester CSEM REVETEST byly prováděny vrypové zkoušky adhezivně-kohezivního chování (ukotvení) TV, přičemž tato metoda hodnocení se jeví jako nejprůkaznější a nejkompexnější.

Z rozsáhlých analýz vzorků vykazuje z pohledu komplexního hodnocení TV jako nejlepší vrstva TiAlN (50% Ti + 50% Al) a to prováděná metodou PVD za standardních depozičních podmínek. Naopak pozitivní vliv mokrého pískování po depozici se neprokázal. Rovněž TV s vysokými hodnotami mikrotvrdomosti byly křehké, (praskání), přestože jsou ořezuvzdornější. Z hlediska změn depozičních parametrů (předpětí, tlak N, Ar, teplota,...) jsou v současné době vzorky v laboratoři k vyhodnocení. Cíleně probíhajícími experimenty chceme pochopit např. vliv změny rychlosti dopadu iontů na vlastnosti a chování TV a její mech. vlastnosti. Zvláštní pozornost je věnována vlivu změny (zvětšení radiusu ostří) po depozici, neboť u velmi malých tloušťek třísky např. 0,02mm může dojít vlivem TV k negativnímu úhlu čela a tím se nástroj chová jako tupý !!!

Cílem projektu je optimalizovat technologii povrchových úprav založenou na principu PVD depozic s max. využitím dopadu urychlených iontů na prostorové plochy řezných nástrojů s vysoce přísnými požadavky na zachování geometrie i rozměru. Řezivost nástroje se zvýší jen díky max. homogenitě TV, reprodukovatelnosti procesu a jeho skloubením s vlastním technologickým (výrobním) procesem. Z dosavadních analýz je zřejmé, že vlastnosti a chování systému TV- substrát především závisí na chemickém složení substrátu a vrstev, jejich strukturním složení a mech. vlastnostech.

Detailně shrne dosavadní výsledky p. Ing. Josef FAJT, CSc. v samostatné přednášce.

5 Další vývojové směry v rámci TR v Pilsen tools s.r.o.

S ohledem na výjimečné postavení technologie tepelného zpracování (TZ) ve vazbě na finální kvalitu vyráběného nářadí, zaměřili jsme tech. vývoj právě do této oblasti a to za pomoci výzkumně vývojových projektů:

- a) „CRYOTOOLS“ – ev.č. 2A-3TP1/097 (MPO)
 - název „Moderní zpracování nástrojových ocelí „
 - řešen od 3/2008 do 12/2011
 - řešitelé – Comtes FHT s.r.o.
 - Pilsen tools s.r.o.
 - ZČU – KMM

CÍL: určení vlivu zbytkového austenitu na užité vlastnosti měřidel a stroj. dílů.

OBSAHOVÉ ZAMĚŘENÍ:

Na základě analýz - příčin objemových, geometrických i rozměrových změn (závitových měřidel, kalibrů, pružin) s využitím numerického modelu pro stanovení kinetiky transformačních změn;
- materiálových (strukturních) ve vazbě na proměnné technologie (režimy) TZ

bude provedena syntéza a optimalizace TZ nejdříve vhodných vzorků a poté realizace technologických postupů TZ konkrétních měřidel (kalibrů) a v závislosti na čase bude vyhodnocována stabilita geom. tvaru a rozměrů.

- b) „EUROSTARS“ - ev.č. E!4261 (MŠMT)
- název „Nové metody TZ a chem.-tepel. zprac. náradí“
- řešen od 7/2008 do 6/2011
- řešitelé - Pilsen tools s.r.o.
- Comtes FHT s.r.o.
- IMP (Varšava)

CÍL: zjistit skutečný vliv zbytkového austenitu na užité vlastnosti řezných nástrojů.

OBSAHOVÉ ZAMĚŘENÍ:

Na základě analýz - příčin degradace břitů řezných nástrojů
- objemových změn vzorků dle různých režimů TZ
- strukturních (rozložení sekundárních karbidů)

syntézy numerického modelu predikce opotřebení a výsledků analýz budou optimalizovány režimy TZ u vzorků a poté u prototypů (odval. frézách, protlačovacích trnech), přičemž vyhodnotíme a porovnáme s nástroji TZ klasickou technologií.

ZÁVĚR : získané výsledky z obou projektů budou formou přednášek na odborných konferencích, časopisech zveřejněny a zobecněny pro další případný vývoj nových technologií.

