FAKULTA STROJNÍ
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

Sborník:

Povrchová integrita z pohledu významných evropských pracovišť

Sborník z 1. workshopu projektu OP VK „Systém vzdělávání pro personální zabezpečení výzkumu a vývoje moderního trendu povrchového inženýrství – integrity povrchu“ včetně aktuální nabídky stáží

PLZEŇ 2011

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ÚVOD

Tento sborník vznikl z jednotlivých přednášek, které byly presentovány na 1. workshopu projektu OP VK Systém vzdělávání pro personální zabezpečení výzkumu a vývoje v oblasti moderního trendu povrchového inženýrství - integrity povrchu.

Cílem projektu je vytvoření sítě evropských pracovišť, které se zabývají integritou povrchu. V projektu jsou jak akademická pracoviště, tak i výrobní společnosti. Úkolem akademických pracovišť je vytvořit vědecko-výzkumné prostředí pro tento nový směr, který bude jednou vytvářet samostatný vědní obor. Než se tak stane je zapotřebí profilovat daný směr a získávat dostatečnou vědní, personální i přístrojovou základnu. Výrobní společnosti byly voleny s ohledem na jejich zkušenosti a výrobní program. Byly zvoleny společnosti, které mají jasnou vazbu na integritu povrchu a to i přestože tento termín ještě ve svém slovníku nepoužívají, ale již se ho v nějakém smyslu dotýkají. Za průmyslové zahraniční partnery byly zvoleny společnosti: Alicona, CERATIZIT, LISS, OTEC. Všechny tyto firmy přispívají k rozvoji moderních řezných nástrojů, které dovolují nové aplikace a to i ve vazbě na integritu obrobeného povrchu. Za obrobený povrch lze v širokém pojetí považovat nejen stav obrobku, ale také stav nástroje. Ústřední českou výrobní společností, která již ve svém výrobním programu dlouhodobě naplňuje smysl integrity povrchu v jejím širokém pojetí, je firma HOFMEISTER s.r.o. Pro její zkušenosti a propojení s akademickou sférou byla tato firma zvolena jako ústřední průmyslový partner projektu.

Projekt svými cíli vytváří vhodné prostředí pro položení základního kamene, na kterém bude v budoucnu vystavěn vědní multidisciplinární obor „Integrita povrchu“. Než se tak stane je zapotřebí některé zažité mýty objasnit a naopak vytvořit nové poznatky v širokých souvislostech. Tato činnost vyžaduje začít od studentů, kteří budou získávat nejen akademické, ale i praktické poznatky. Je zapotřebí řešit společně s praxí celou řadu studentských prací, které budou v jasné vazbě na aplikační sféru. Zároveň je nezbytné vytvořit vědecko-výzkumný potenciál, který bude využívat poznatky ze základního výzkumu a bude je přenášet do průmyslové aplikace. V neposlední řadě je nutné i průmyslovou oblast připravit na tento nový vědní obor a prokázat jeho opodstatnění ve výrobním sektoru. Před řešiteli projektu je tak hodně práce, jejíž výsledek nebude vidět hned, ale až po určité době. Aby se úspěch skutečně dostavil, je zapotřebí být v celém řešitelském týmu otevřený nejen k sobě navzájem, ale i k novému poznání a netradičnímu pojetí celé problematiky, neboť integrita povrchu takový přístup vyžaduje.

Tento projekt je součástí dalších dvou ESF VpK projektů, které se na pracovištích KMM-KTO na ZČU Plzeň řeší. Projekt z kategorie VpK 2.2 se zabývá inovací výuky ve 12 předmětech napříč celou univerzitou. Další projekt prioritní osy VpK 2.4 řeší stáže v průmyslových podnicích a větší provázanost s průmyslovou sférou při řešení studentských prací. V rámci tohoto projektu budou rovněž realizovány další semináře. Bude také vytvořena grantová kancelář, jejímž cílem bude navržení dalších vhodných projektů pro akademickou i průmyslovou sféru.

Antonín Kříž

Systém vzdělávání pro personální zabezpečení Výzkumu a vývoje v oblasti moderního trendu povrchového inženýrství – integrity povrchu

Termín řešení projektu: 1.11.2011 – 31.10.2014

Žadatel a hlavní řešitel projektu:

Západočeská univerzita v Plzni – Fakulta strojní

Katedra materiálu a strojírenské metalurgie

Katedra technologie obrábění

Partneři projektu:

Technická univerzita v Liberci

Katedra materiálu

Katedra obrábění a montáže

(http://www.fs.tul.cz)

Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava

Katedra obrábění a montáže

Katedra mechanické technologie

(http://www.fs.vsb.cz)

Hofmeister s.r.o. – výrobní společnost,

(www.hofmeister.eu)

Cílová skupina projektu:

1) Akademičtí a vědečtí pracovníci z pracovišť žadatele a projektových partnerů – získání odborných i manažerských zkušeností, navázání nových kontaktů, zapojení do mezinárodních vědeckých sítí, přístup k novým poznatkům a k novým experimentálním zařízením …,

2) Studenti magisterského a bakalářského studia – možnost zapojení do mezinárodních výzkumných organizací, seznámení s vědeckou činností na zahraničních pracovištích, zvýšení teoretické a praktické erudice, zvýšení konkurenceschopnosti na trhu práce a ve vědeckovýzkumné oblasti…,

3) Studenti doktorského studia - dtto

Důvody potřebnosti projektu:

- povrchové inženýrství a integrita povrchu relativně nová vědecká disciplína s reálným dopadem pro praktické aplikace
- V ČR dosud neexistuje provázanost pracovišť (akademických i výrobních) zabývající se touto problematikou
- obousměrný transfer poznatků mezi akademickou a výrobní sférou
- navázání vazeb se zahraničními institucemi zabývající se problematikou povrchového inženýrství (povrchovou integritou)
- začlenit vědecké instituce do mezinárodních vědeckých a průmyslových sítí
- cíleně a aktivně se podílet na odborné „výchově“ VŠ studentů – vytvořit novou vědeckou základnu mladých vědecko - výzkumných pracovníků

Celkem 6 klíčových aktivit

- ✓ **4 jednodenní workshopy**
- ✓ **krátkodobé pobyty na zahraničních pracovištích pro VaV a akademické pracovníky (max. 30 dní)**
- ✓ **krátkodobé pobyty na zahraničních pracovištích pro realizační tým (max. 14 dní)**
- ✓ **odborné semináře – zahraniční experti**
- ✓ **2 podzimní školy povrchového inženýrství**
- ✓ **stáže vysokoškolských studentů (Ph.D. - max. 60 dní, Mgr., Bc. max. 21 dní)**
- ✓ **2 mezinárodní dvoudenní workshopy**

HLAVNÍ CÍL:

působit jako aktivní nadnárodní integrující organizace institucí a pracovišť zabývajících se povrchovým inženýrstvím (povrchovou integritou)

zvýšení informovanosti o povrchové integritě v průmyslové sféře

aktivní motivace subjektů zahraniční průmyslové sféry pro spolupráci na řešení problematiky povrchové integrity v rámci subjektů v ČR

Představení projektových partnerů – představení jednotlivých pracovišť

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.

robert.cep@vsb.cz, tel.: +420 597 323 193, www.vsb.cz

VŠB-TU Ostrava, 17.listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba

Katedra obrábění a montáže
12 zaměstnanců
1 prof., 3. doc., 6 OA s Ph.D., 2 THP;
www.346.vsb

Participující pracoviště na VŠB-TUO
Fakulta strojní

- Katedra obrábění a montáže (doc. Čep a kol.)
  (obrábění, kvalita a integrita povrchu, montáž)
- Katedra mechanické technologie (Ing. Ševčíková)
  (svařování, materiály, tváření, povrchové úpravy)
- Katedra pružnosti a pevnosti (Dr. Fojtík a kol.)
  (výzkum a aplikace metod měření povrchových a podpovrchových zbytkových napětí)

Hornickogeologická fakulta

- Institut fyziky (doc. Valíček a kol.)
  (topografie povrchu)

Přístrojové vybavení na VŠB-TUO

- Optický světelný mikroskop NEOPHOT 21SARL ZEISS s prog. Podporou QuickPHOTO Industrial 2.2
- OLYMPUS Mikroskop GX41.
- Mikroskop Intracomicro se SW
- drsnoměr Mitutoyo SJ 401
- Tvrdoměry
- Mikrotvrdoměr LECOLM247AT
- Tenzometry a příslušenství firmy HBM.
- Tenzometry a příslušenství firmy Vishay.
- Zařízení pro měření zbytkových napětí RS 200 s kompletním příslušenstvím firmy Vishay.
- Zařízení pro dělení a přípravu vzorků metalografie
- Elektronový mikroskop
- Zařízení pro měření povrchových napětí pomocí Barkhausenova šumu

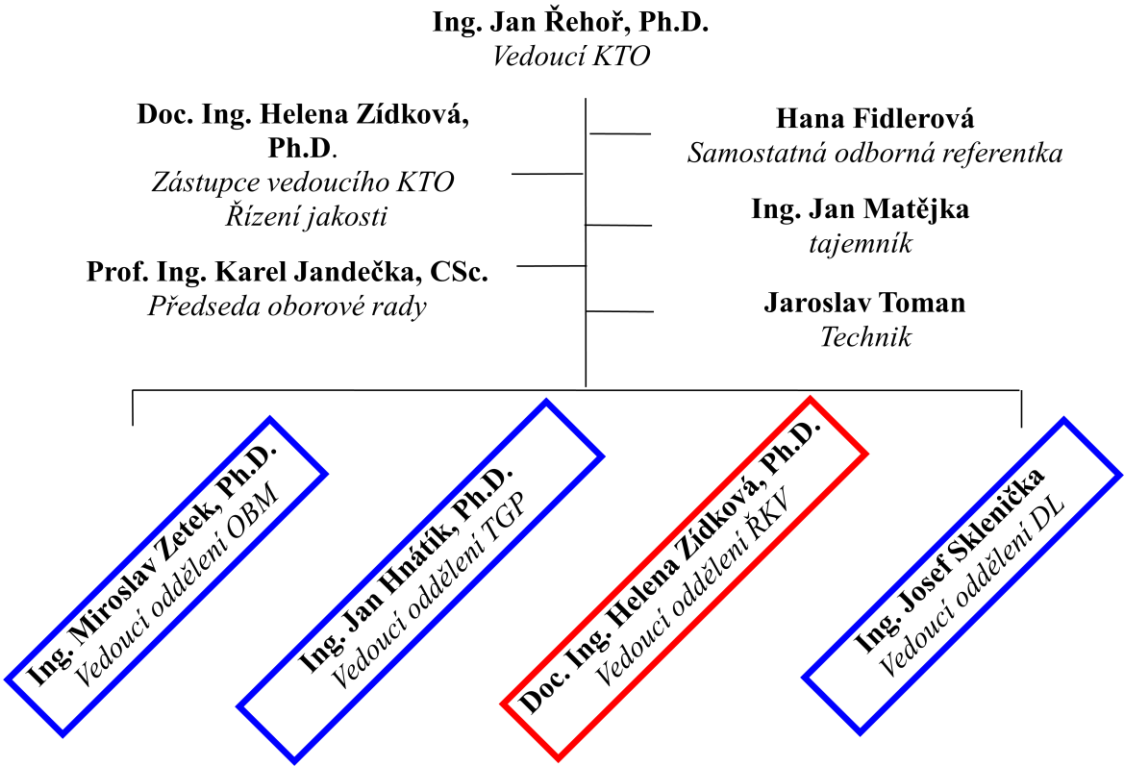
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI – KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ

Ing. Jan Řehoř Ph.D

rehor4@kto.zcu.cz, tel: +420 377 638 514, kto.zcu.cz

Katedra Technologie Obrábění, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

Integrita obrobeného povrchu
Katedra technologie obrábění



Výzkum a vývoj

Hlavní směr výzkumu a vývoje na KTO
2009 – 2013

Název:

Obrábění a diagnostika tvarově složitých objektů - progresivní technologie, nástroje, programování, metrologie a jakost

Stručný popis:

Výroba tvarově složitých výrobků jako jsou např. formy pro tlakové lití a stříkání plastů, zápustek, ale také výrobky typu zalomených hřídelů, lopatek parních turbin oběžných kol turbokompresorů apod., přináší sebou řadu materiálových, technologických a metrologických

problémů. Činnost bude vymezena komplexním řešením výrobního řetězce od výzkumu a vývoje nových progresivních technologických metod obrábění (např. HSC, HPC, Suché a tvrdé obrábění, atd.) a nekonvenčních technologií (Laser, Ultrazvuk, Rapid Prototyping, atd.) a jejich aplikací přes konstrukci řezných a tvářecích nástrojů, strategii programování pohybu nástroje a on-line řízení kvality výroby až po analýzu a hodnocení výsledné jakosti obrobeného objektu **(Integrita povrchu)**. Činnosti budou řešeny pomocí stávajících a souběžně vyvíjených optimalizačních algoritmů, jak na aplikační, tak na úrovni SW simulace.

Projekty MPO – Impuls a Tip (ČR)

MPO FI-IM4/226: ***Vývoj vrtacích multifunkčních nástrojů pro vysoce produktivní výrobu kruhových otvorů (Hofmeister,KTO,KMM)***…	**KMM**	Kříž, Zetek	uzavřen (2007-2011)
FR-TI4/066: ***Vývoj progresivních frézovacích nástrojů pro frézování těžkoobrobitelných materiálů***	**KTO**	Zetek	schvalování (2012-2013)
? ***Nová generace sekaček dřevního odpadu*** (SG strojírna s.r.o.)	**KTO**	Melichar	schvalování (2012-2013)

Projekty MPO – OPPI (ČR)

Optimalizace výrobních a řídících procesů v obráběcí firmě, vazba na zaváděný nový informační systém, zvýšení produktivity	**KTO**	Řehoř/Bozděch	v řešení (2010-2012)
Zlepšení technicko-technologických procesů ve firmě HOFMEISTER	**KTO**	Zetek/Roud	v řešení (2010-2012)
Příprava 3 projektů pro podporu VTPII a VaV na KTO	**KTO**	Hnátík/Roud Řehoř/Sklenička Zetek/?	v přípravě

Projekty TA ČR

TA02010236 - ***Výzkum a vývoj vysoce přesných produktivních řezných nástrojů nové generace s využitím inovativních technologií a progresivních materiálů***	**KTO**	Řehoř	schvalování (2012-2014)
ZPS Zlín – rozjednáno	**KTO**	Zetek	v přípravě

Projekty GA ZČU **+ Postdoc: Zetek, Hnátík (2011)**

SGS-2010-083 ***Progresivní metody obrábění a integrita povrchu těžkoobrobitelných materiálů v energetice***	**KTO**	Zetek	v řešení (2010-13)
SGS-2011-026 ***Výzkum povrchových úprav rotačních nástrojů z SK s dopadem na mikrogeometrii funkčních ploch nástroje***	**KTO**	Zetek	v řešení (2011-12)
Příprava 1 projektů pro podporu VTPII-HOME a VaV na KTO	**KTO**	?	v přípravě

Projekty ostatní

Testování a vývoj modulu iMACHINING (SolidVision, KTO)	**KTO**	Hnátík, Sklenička	v řešení (2010-11)
Zproduktivnění obrábění při rovinném frézování (Škoda Power, KTO, ISCAR)	**KTO**	Řehoř, Hořejš, Černý	v řešení (2009-11)

Projekty ESF (EU)

OP VpK 2.3 ***Kvalitní výzkumný tým zaměřený na problematiku řízení životního cyklu výrobku v prostředí digitálního podniku (KPV,KTO,KKS,další)***	**KPV**	Hnátík, Matějka	v řešení (2010-12)

Projekty Města Plzně z podpory EU
VTPII - Laboratoř 5x obrábění

Start projektu: **11.11.2011**
Start VaV aktivit: **1.9.2011**

Vedoucí laboratoře – vedoucí DL (Ing. Sklenička)
Zástupce vedoucího – Ph.D. Hnátík
Pracovníci a doktorandi – Ing. Sklenička, Ing. Hnátík, Ph.D., Tenk, Ing. Roud, …..

Partneři projektu: Hofmeister s.r.o., GTW Bearings s.r.o., …….. (celkem min. 5 firem)

Zaměření a cíle projektu

- ✓ VaV potřeby pro energetiku – ŠKODA POWER (smlouva)
- ✓ VaV potřeby pro FST a ZČU
- ✓ VaV potřeby partnery
- ✓ Výuka v 5-osách – NMGr., PhD.
- ✓ Školení – kurzy, poradenství
- ✓ Prototypová výroba v 5-osách – DČ

Cílem je vytvořit zdravé prostředí pro aktivní VaV spolupráci generující kvalitní výstupy zainteresovaných subjektů pod vedením KTO

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI – KATEDRA MATERIÁLU A STROJÍRENSKÉ METALURGIE

Doc. Dr. Ing. Antonín Kříž

kriz@kmm.zcu.cz, tel: +420 377 638 320, kmm.zcu.cz

Katedra materiálu a strojírenské metalurgie, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

Povrchová integrita z pohledu katedry materiálu a strojírenské metalurgie

Doc. Dr. Ing. Antonín Kříž

Skladba katedry

Vedoucí:	Prof.Ing. Václav Mentl, CSc.
Zástupce vedoucího:	Doc.Ing. Petr Duchek, CSc.
Tajemník:	Doc.Ing. Vladimír Bernášek, CSc.

Oddělení materiálu – Prof. Ing. Václav Mentl, CSc.
Oddělení strojírenské metalurgie – Doc. Ing. Vladimír Bernášek, CSc.
Oddělení materiálové chemie – Doc. Ing. Petr Duchek, CSc.
Oddělení povrchového inženýrství – Doc. Dr. Ing. Antonín Kříž

Vazby jednotlivých oddělení na integritu povrchu:

Oddělení materiálu

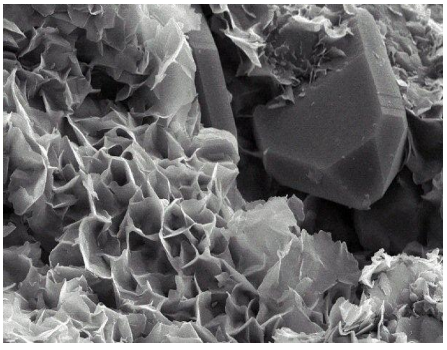
Měření tvrdosti, mikrotvrdosti, únavové testy

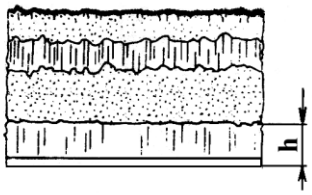
Oddělení strojírenské metalurgie

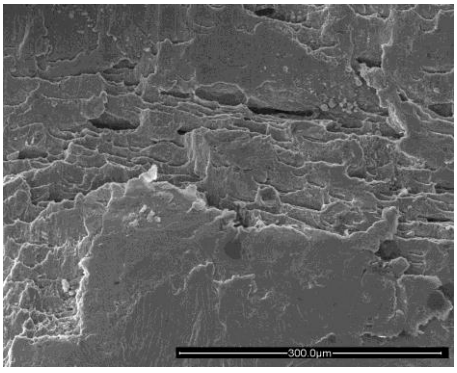
Stav povrchu odlitků, výkovků, výstřižků – drsnost, struktura, tvrdost …

Oddělení materiálové chemie

Korozní vlastnosti, vytváření specifických povrchů z nanojílů





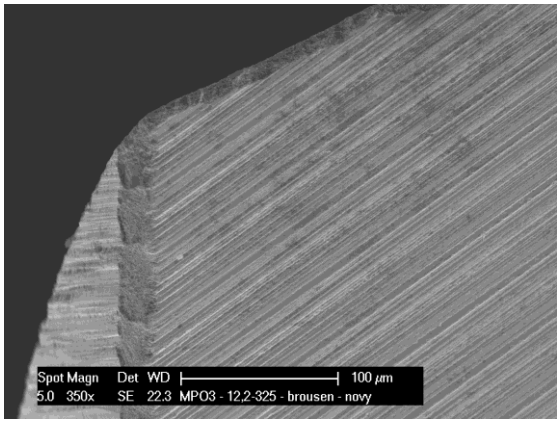


Oddělení povrchového inženýrství

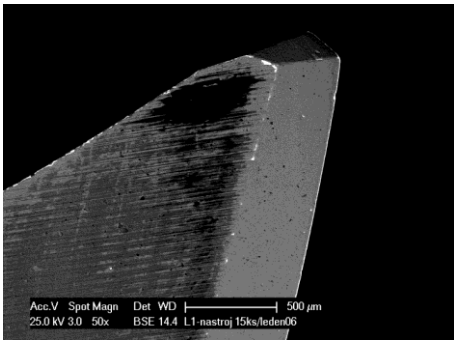
Ještě než toto oddělení vzniklo (v. r. 2010) byla vytvořena, díky spolupráci s firmou HOFMEISTER s.r.o., velmi úzká vazba na problematiku integrity povrchu.

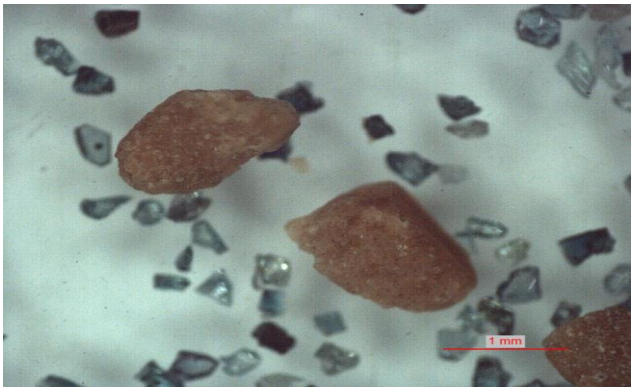
Sídlo a výrobní hala firmy HOFMEISTER s.r.o.

Integrita povrchu – první krok v roce 2001 – dokumentace skutečného stavu břitu na ŘEM

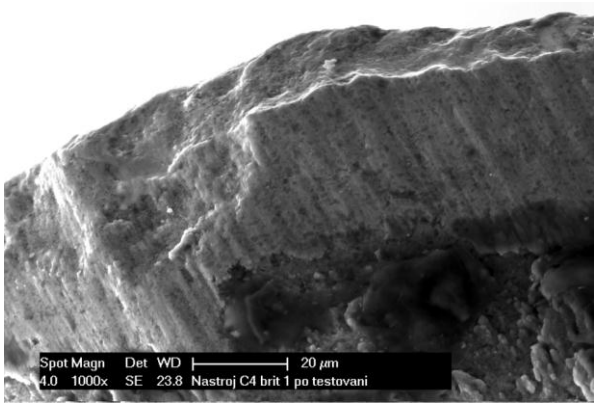


– druhý krok v roce 2005 – podání a řešení projektu MPO - „Vývoj a zavedení výroby nových nástrojů s využitím progresivních nanovrstev a sendvičových tenkých vrstev pro obrábění těžkoobrobitelných materiálů“

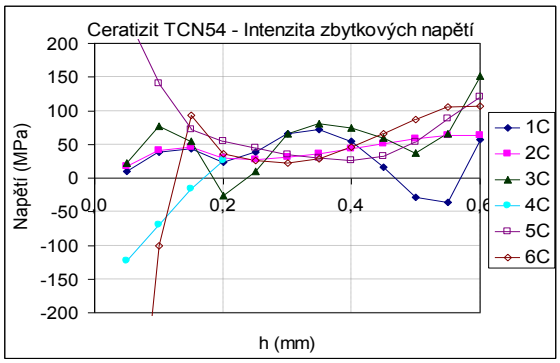




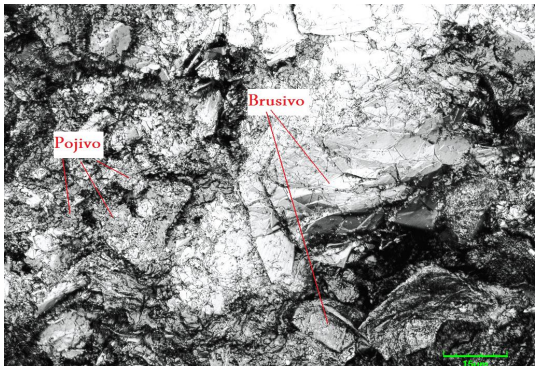
– **třetí krok** v roce 2006 – podání projektu MPO „Vývoj produktivní technologie výroby cermetových řezných nástrojů“



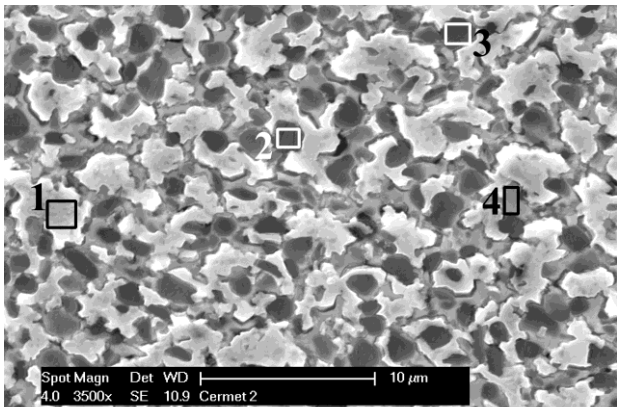
Stav břitu cermetového nástroje



Měření zbytkových napětí u cermetového nástroje

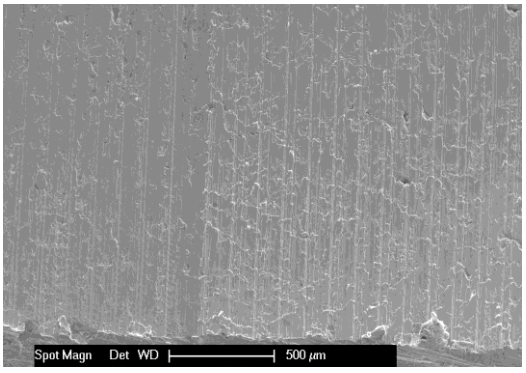


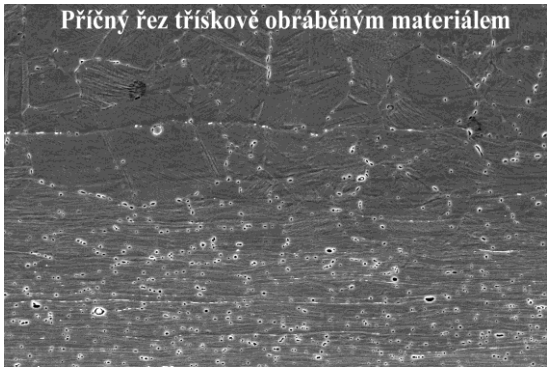
Topografie povrchů brusných kotoučů



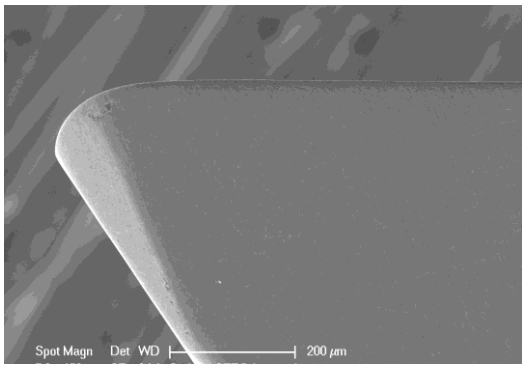
Charakteristická struktura materiálu CERMET

– čtvrtý krok v roce 2007 řešení MPO projektu „Vývoj vrtacích multifunkčních nástrojů pro vysoce produktivní a přesnou výrobu kruhových otvorů“

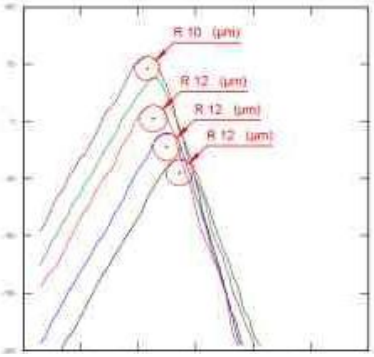




Stav obrobeného povrchu (drsnosti, strukturní stav, projevy při kontaktním namáhání)

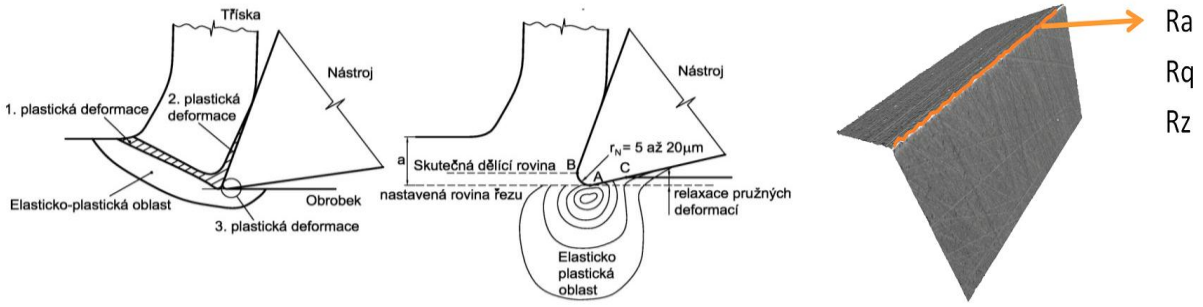


Řezný nástroj (tenká vrstva, stav břitu)



Mikrogeometrie, úprava – měření

První publikace na téma integrita povrchu (celkem 15 článků)



– šestý krok v roce 2010 - podání projektu OP VpK

Systém vzdělávání pro personální zabezpečení výzkumu a vývoje v oblasti moderního trendu povrchového inženýrství - integrity povrchu

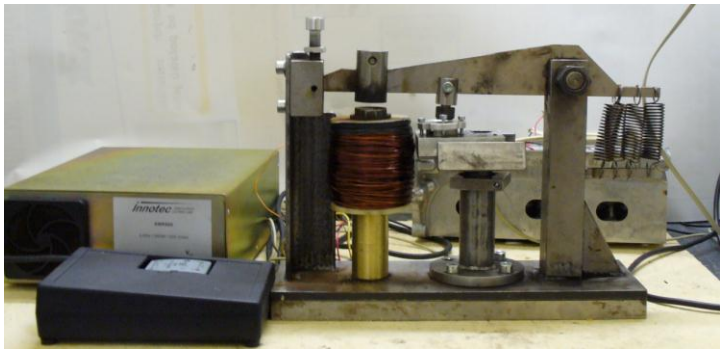
– sedmý krok v roce 2011 - 2013 - realizace projektu

6. KLÍČOVÁ AKTIVITA – TVORBA MEZINÁRODNÍHO TÝMU

Klíčová aktivita	Popis	Cíl
Tvorba mezinárodního týmu v klíčové oblasti povrchové integrity	**hlavní cíl projektu** - ustanovení virtuálního vědeckého týmu na mezinárodní bázi – integrace domácích a mezinárodních institucí věnujících se problematice povrchovému inženýrství (povrchové integritě) s ohledem na požadavky průmyslové sféry	- další vzdělávání akadem. pracovníků, pracovníků VaV, studentů VŠ v oblasti povrchového inženýrství s ohledem na nové vědecké trendy (pravidelné výměnné stáže, řešení dalších společných projektů, setkávání v rámci seminářů, apod.) - v součinnosti s průmyslovou sférou rozvíjet další spolupráci a výzkum v oblasti povrchového inženýrství (pozitivní motivace firem) - navazování nové spolupráce s novými pracovišti - aktivně vyhledávat nová uplatnění studia povrchové integrity

Přístrojové vybavení na KMM ve vazbě na integritu povrchu

Tribometr PIN on DISC – vlastní konstrukce



Impact tester – vlastní konstrukční řešení

Únavový stroj rotace za ohybu

Únavový stroje Schenck – plochý ohyb

PH-metr AMEL 338

Mikrotvrdoměr - tvrdoměr

GDOES – LECO SPD 750

Řádkovací elektronový mikroskop Philips XL 30 ESEM

Další informace v přednášce
„Současný stav problematiky povrchové integrity z pohledu KMM“

HOFMEISTER s.r.o.

Ing. Pavel Kožmín, Ph.D.

kozmin@hofmeister.cz, tel.: +420 724 929 688, www.hofmeister.cz

Ing. Jiří Syrovátka

syrovatka@hofmeister.cz, www.hofmeister.cz

Hofmeister s.r.o., Mezi Ploty 12, 326 00 Plzeň

Povrchová integrita z pohledu firmy HOFMEISTER s.r.o

Ing. Pavel Kožmín, Ph.D. – vývojový pracovník
Ing. Jiří Syrovátka - ekonom

Základní informace

- česká rodinná firma
- zahájení podnikatelských aktivit 1990
- cca 80 zaměstnanců
- výrobní hala v Plzni v průmyslové zóně na Borských polích
- certifikát jakosti dle ISO 9001/2000

Oborové zaměření:

– vývoj, výroba speciálních řezných nástrojů pro třískové obrábění

– vývoj a výroba přípravků

– nákup a prodej standardních katalogových nástrojů (obchodně-technické zastoupení celé řady výrobců nářadí – HEULE, KEMR, AVANTEC, aj.)

– projektování, montáž a servis filtračních zařízení pro brousící a EDM stroje

- vývoj a výroba skříňových systémů

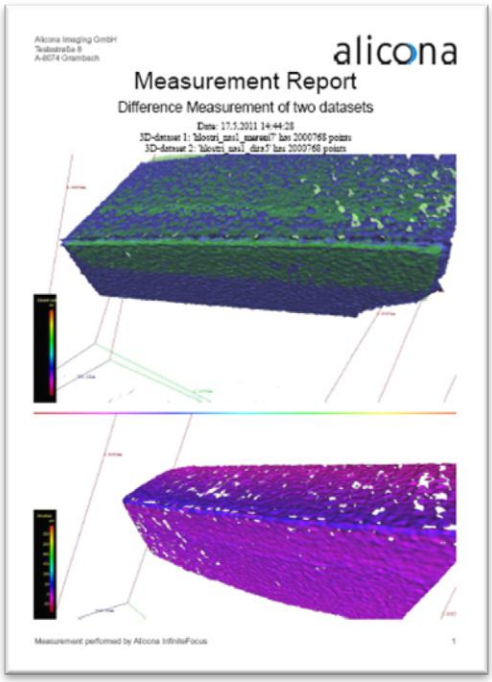
Spolupráce se školskými institucemi:

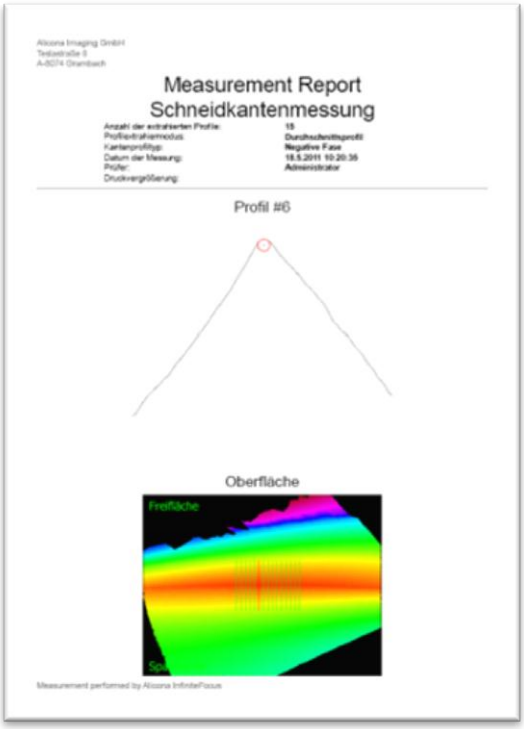
- odborná praxe učňů a studentů 3. a 4. ročníku - SPŠS v Plzni
- spolupráce na výzkumu a vývoji - ZČU Plzeň – Fakultou Strojní, forma BP, DP a disertačních prací, vývojové projekty

Pojetí integrity povrchu

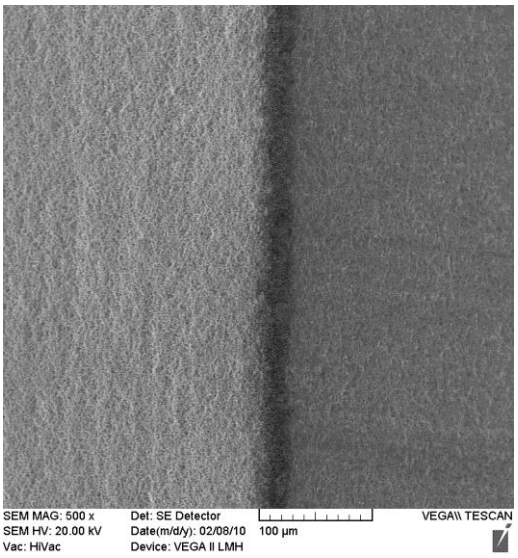
Disponibilní technologie

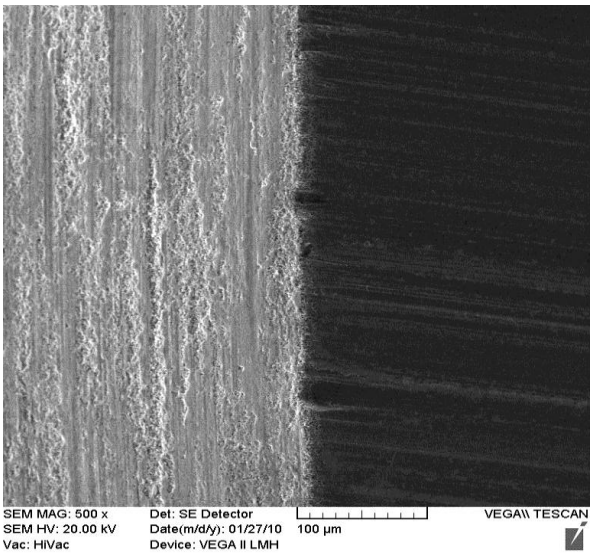
Technologie měření pomocí optického mikroskopu s vysokým vertikálním rozlišením (firma ALICONA)





Technologie vlečného omílání
(firma OTEC)





Představení zahraničních firem zapojených do projektu

ALICONA

Zodpovědné osoby ze ZČU:

Ing. Ivana Česáková

cesakova@kto.zcu.cz, tel.: +420 377 638 527, kto.zcu.cz

Ing. Jaroslava Fulemová

fulemova@kto.zcu.cz, tel.: +420 377 638 515, kto.zcu.cz
Katedra Technologie Obrábění, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

Kontaktní osoby z firmy Alicona:

Dipl.-Ing. Christian Janko

Christian.Janko@alicona.com, tel.: +43 (0) 316 4000 775, www.alicona.com

Dipl.-Ing. Hannes Geidl-Strallhofer

hannes.geidl-strallhofer@alicona.com, tel.: +43 (0) 316 4000 775, www.alicona.com
Alicona, Teslastr 8. Graz, Styria-8074, Austria

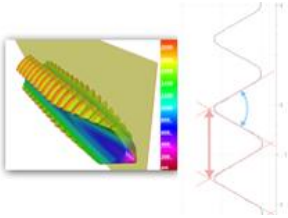
Sídlo: Graz, Rakousko
Pobočky: Německo, Francie, Velká Británie, USA a Jižní Korea

Dr. Stefan Scherer, CEO (left)
responsible for worldwide sales
Dr. Manfred Prantl, CEO (right)
responsible for research and development

Výrobce optických měřících přístrojů s vysokým rozlišením vhodných jak pro vědecko-výzkumné účely, tak i pro měření přímo ve výrobě.

- měření ve 3D
- skenování povrchu s vysokou přesností (rozlišení ve vertikálním směru 10nm)
- měření jednotlivých parametrů tvaru a drsnosti povrchu (profilová, plošná)
- měření mikrogeometrie řezných nástrojů

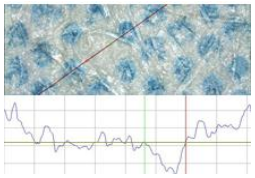
Zaměření firmy



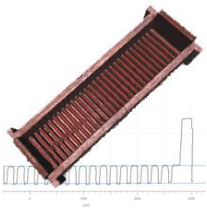
Měření řezných nástrojů – možnost měření malých poloměrů a úhlů ve vysokém rozlišení.

Měření v oblasti mikrovýroby – měření mikroobráběných ploch. Např. strmé boky závitu, malých ozubení, atd.

Lékařství - 3D měření zubních implantátů, umělých kloubů a tablet.

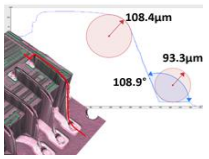


Papírnický a tiskařský průmysl - povrchové měření drsnosti papíru a analýzy poruch poskytuje základní informace o skutečném stavu povrchu papíru.



Mikroodlévání a odlévání plastů - 3D měření vstřikovacích forem - ověření přesnosti rozměrů dílů vzniklých vstřikováním. Porovnání rozdílu geometrie skutečné a navržené.

Forenzní věda - měření stop po projektilu, měření samotných projektilů a vzorků tkání s vizualizací naměřených výsledků



Mikro-elektronika - 3D měření pájecí pasty a drátových spojů.

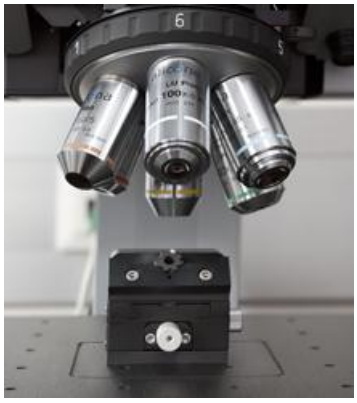
Měřicí přístroje

Laboratorní měření

Měření ve výrobě

Hodnocení integrity povrchu

Nástroj



Obrobek

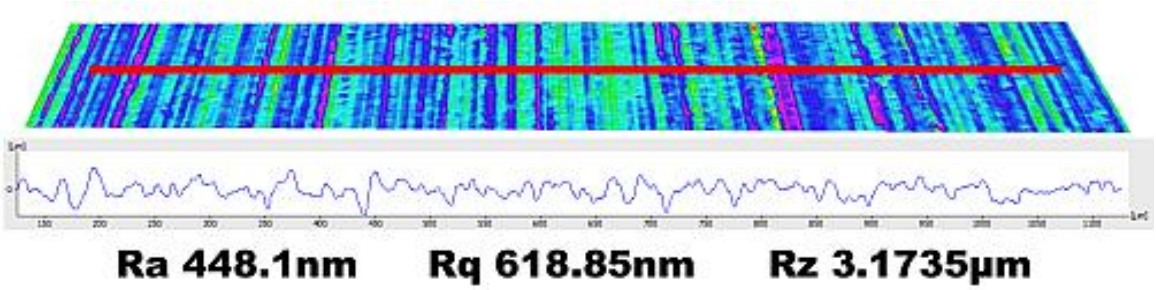
Hodnocení integrity povrchu z hlediska nástroje je dnes stále vyhledávanější aplikací v návaznosti na mikroúpravy řezných nástrojů.

Hodnocení integrity povrchu

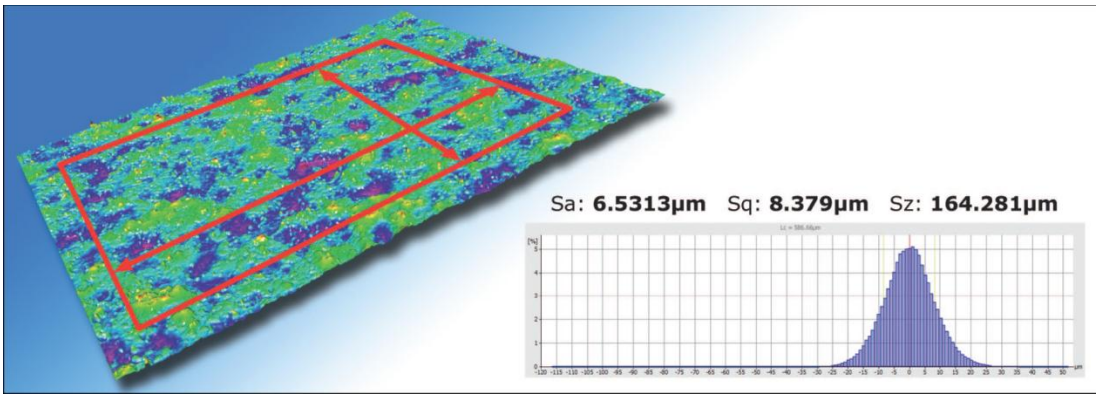
Drsnost

Normy drsnosti – spolutvůrcem norem drsnosti

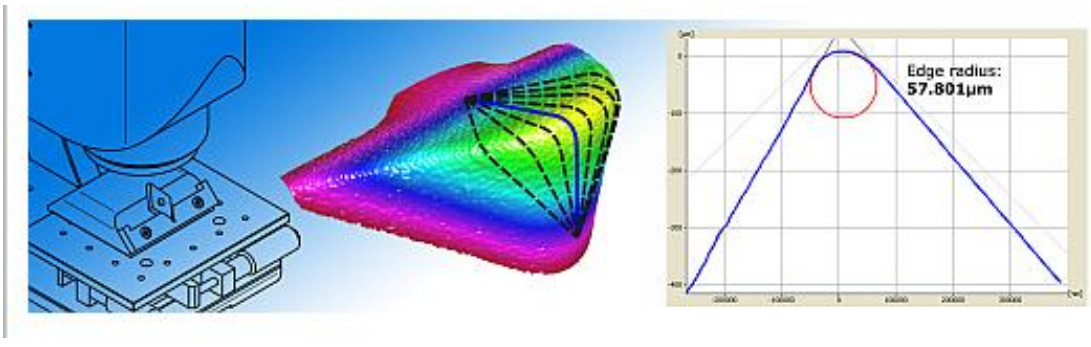
Profilová drsnost - EN ISO 4287 a 4288



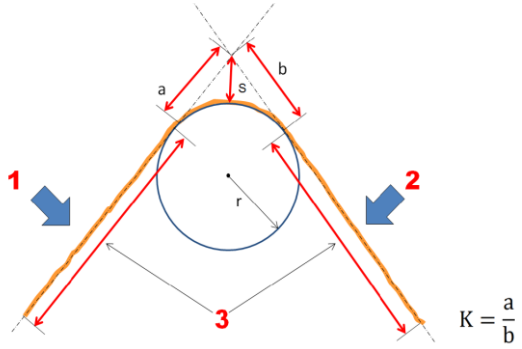
Plošná drsnost - EN ISO 25178



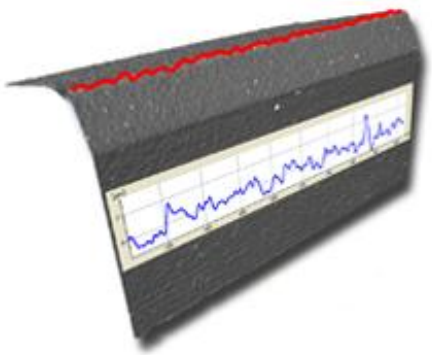
Poloměr zaoblení břitu



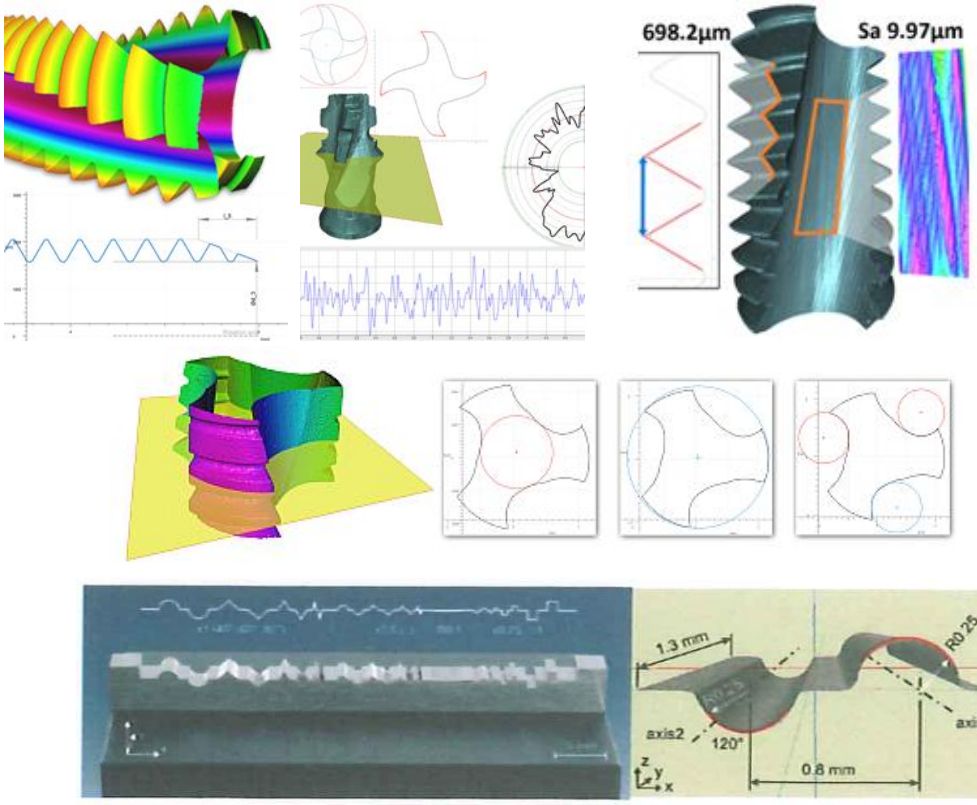
Drsnost na ostří



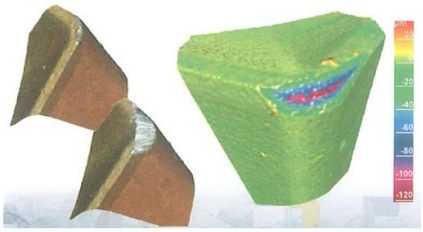
$$K = \frac{a}{b}$$

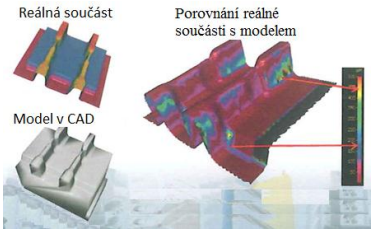


Tvar povrchu



Další možnosti měření





Školení a semináře

CERATIZIT

Zodpovědná osoba ze ZČU:

Doc. Dr. Ing. Antonín Kříž

kriz@kmm.zcu.cz, tel: +420 377 638 320, kmm.zcu.cz

Katedra materiálu a strojírenské metalurgie, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

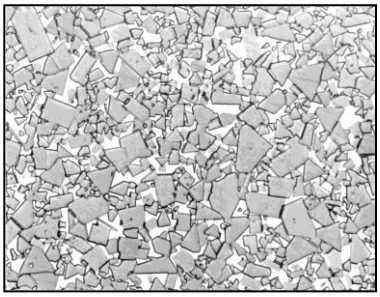
Kontaktní osoby z firmy Ceratizit:

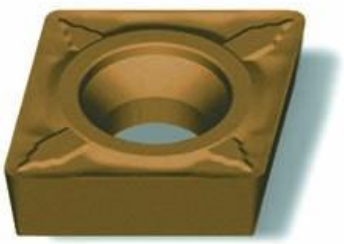
Dr.-Ing. Uwe Schleinkofer

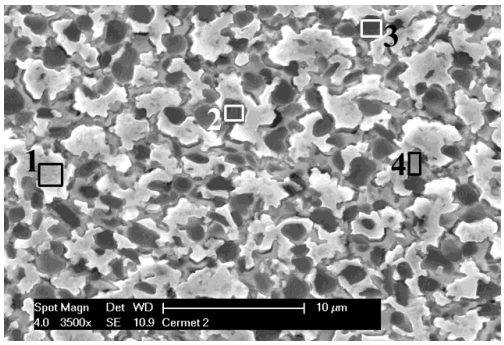
uwe.schleinkofer@ceratizit.com, tel.: +43 5672 200 2970, www.ceratizit.com

CERATIZIT Austria Gesellschaft m.b.H., A - 6600 Reutte / Tirol

Výrobce nástrojů ze slinutých materiálů s možností depozice tenkých otěruvzdorných vrstev, mikroúpravy břitu a dodávky nástrojových celků a doporučených podmínek obrábění.







V současné době jediný evropský výrobce cermetů!

Historie

1931: založení firmy ve Walferdange, Luxemburg

1970: nové výrobní prostory 5000m^2 v Mamer Luxemburg

1921: Výrobní závod na slinuté karbidy - PLANSEE založen Dr. Paul Schwarzkopfem, Reutte Rakousko

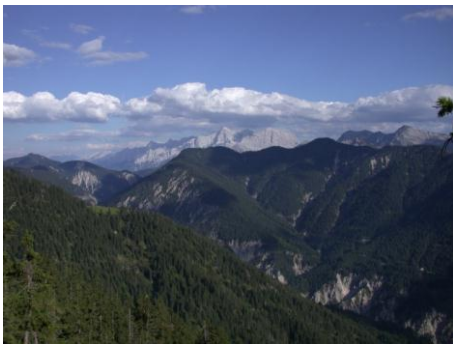
1985: vznik PLANSEE TIZIT

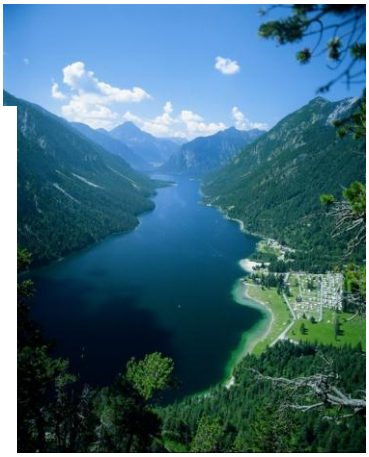
2002: Spojení CERAMETAL a PLANSEE TIZIT do CERATIZIT S.A.

Firma PLANSEE TIZIT vyrábí slinuté materiály kromě slinutých karbidů. Firma má dále sídlo v Reutte - Rakousko

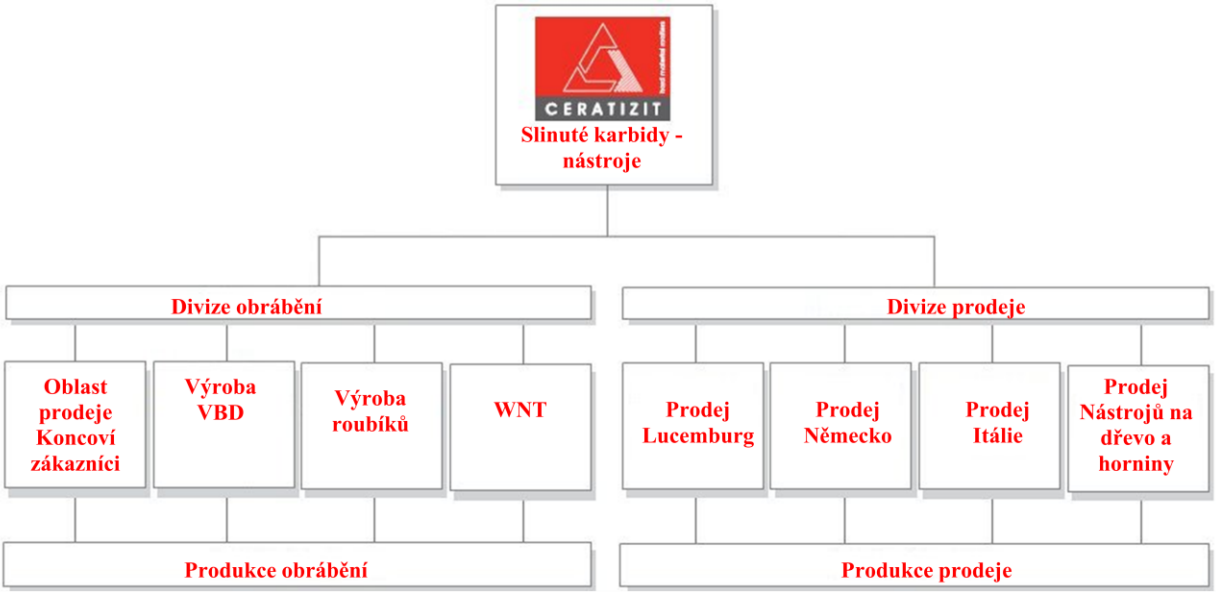
Vedení sídlí v Luxemburgu - Mamer

Výrobní závod v Rakousku - Reutte

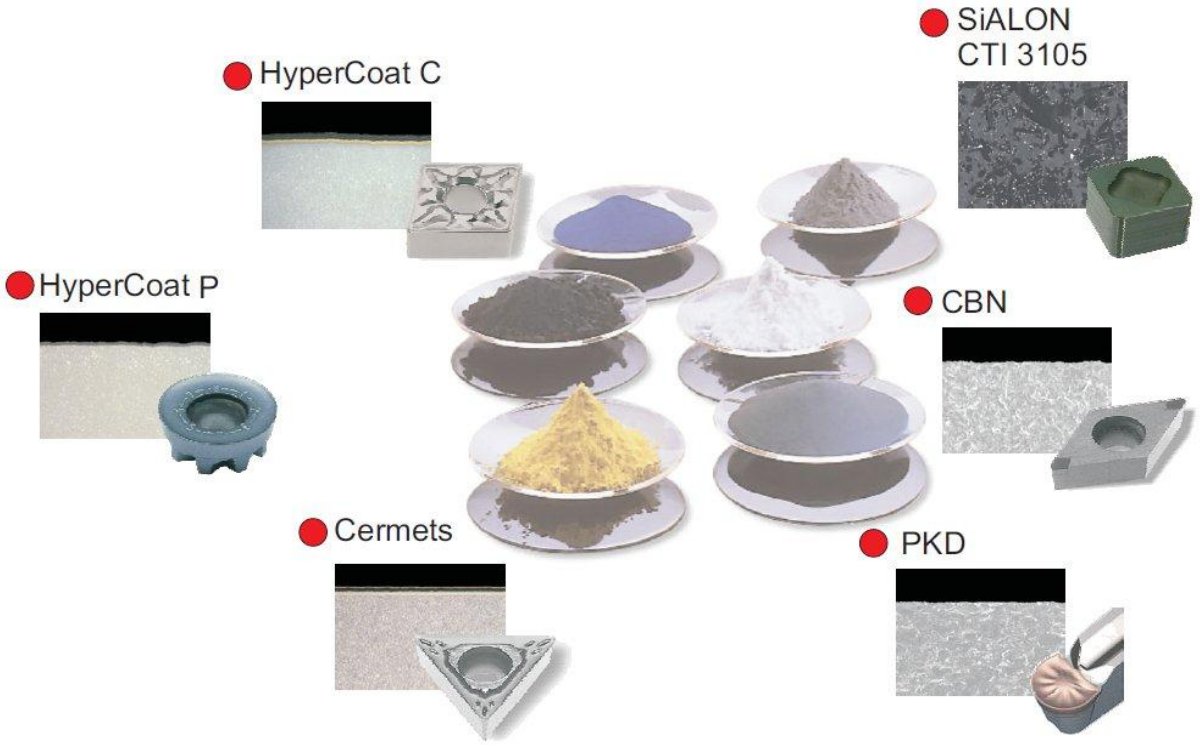




Produkce: v Luxemburgu VBD; PVD, CVD depozice
v Rakousku roubíky; CVD depozice



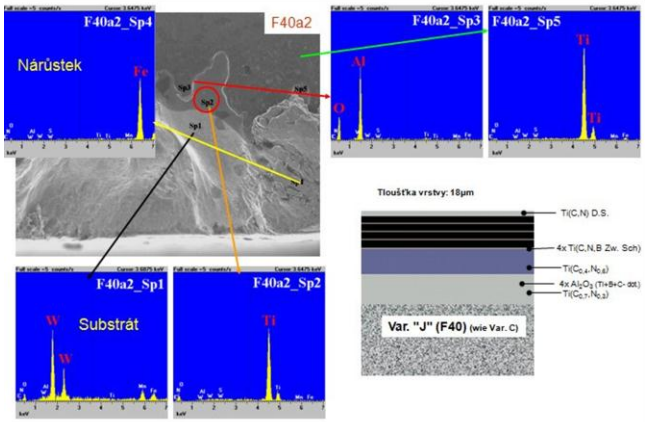
Produkce CERATIZIT

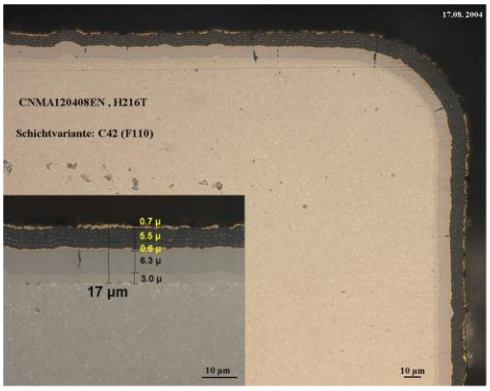


HyperCoat C

CERATIZIT Reutte – Rakousko

Depoziční zařízení – CVD technologie





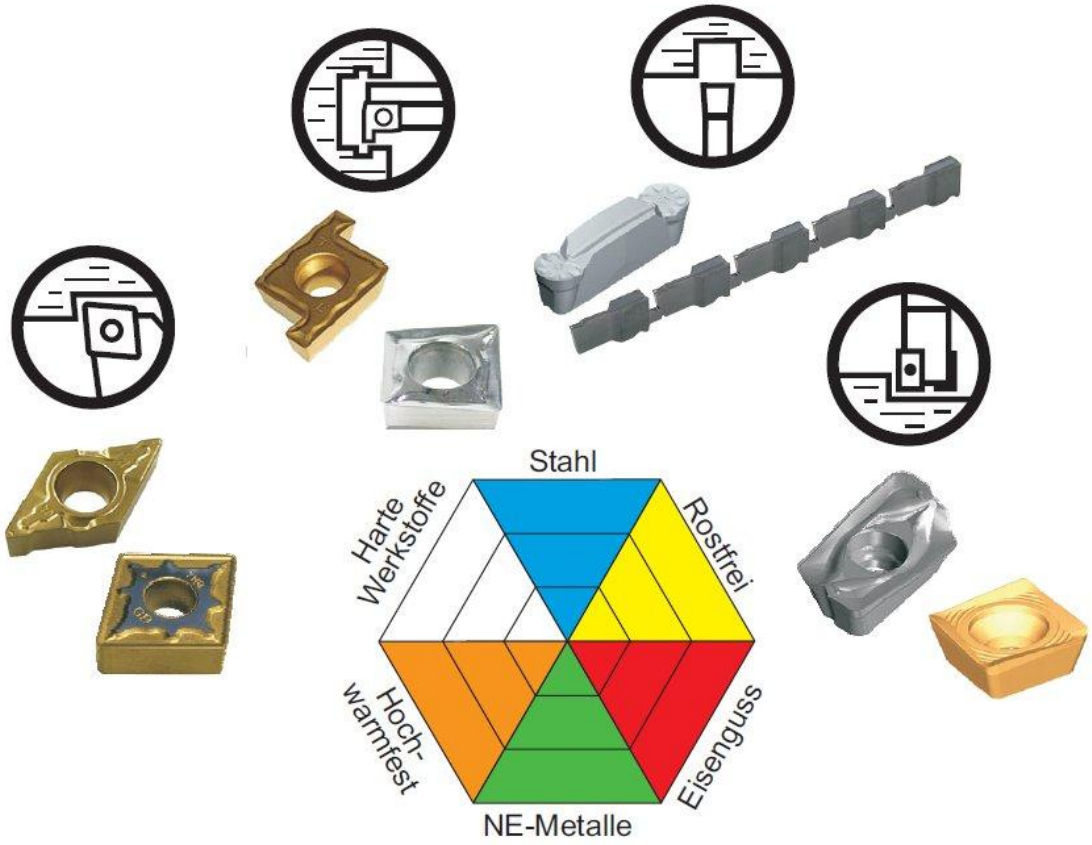
CERATIZIT – čísla a skutečnosti v roce 2010

- **Slinuté výrobky (roční produkce: >10.000.000.000**
- **Obrat: 640 Mio €**
- **Zaměstnanci: 5 500**
- **Patentová ochrana (celkem): >400**
- **Zaměstnáno v Reutte F&E: 100**
- **Obchodních zastoupení – počet zemí: 42**

CERATIZIT (Rakousko) řeší v současné době projekt týkající se integrity povrchu. Tento projekt je zaměřen na průmyslovou aplikaci.

Cílem projektu je vývoj speciálních VBD destiček se speciální tenkou CVD vrstvou s dosažením vyšší kvality obrobené plochy. Projekt je řešen ve spolupráci s TU Leoben.

Pozornost je věnována novým makro i mikrogeometriím a nástrojům pro celé spektrum obráběných materiálů.



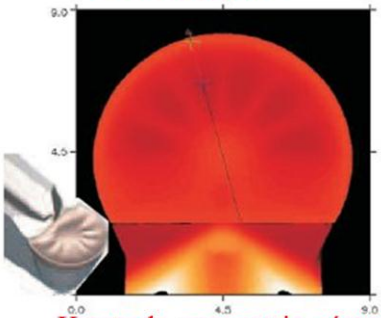
CERATIZIT věnuje velkou pozornost vývoji nových materiálů (SK), CVD a PVD depozicím, vývoji makro, mikrogeometrie.

Laserový popis a úprava mikrogeometrie

CVD depozice

Úprava mikrogeometrie

Laboratorní analýzy



Kontrola geometrie nástroje

Úprava povrchu

LISS

Zodpovědná osoba ze ZČU:

Doc. Dr. Ing. Antonín Kříž

kriz@kmm.zcu.cz, tel.: +420 377 638 329, www.kmm.zcu.cz

Katedra materiálu a strojírenské metalurgie, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

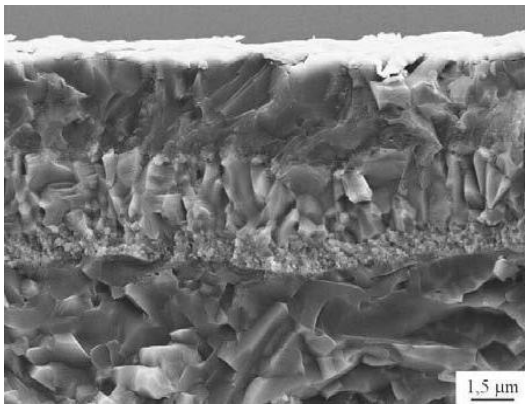
Kontaktní osoby z firmy LISS:

Ing. Peter Blösch,

p.bloesch@bloesch.ch, +41 (0)32 654 26 26, www.bloesch.ch

Blösch Corporated Inc., Moosstrasse 68-78, 2540 Grenchen, Switzerland

BCI (Blösch Corporated Inc.)



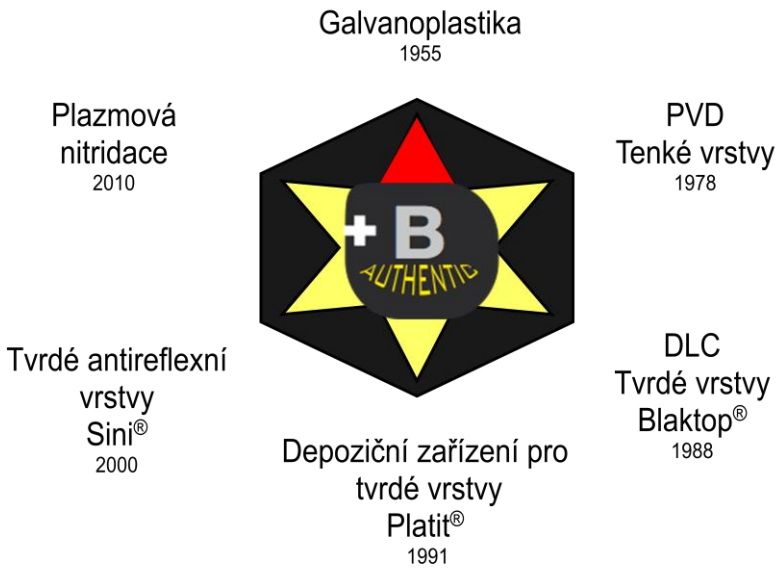
Pobočky

	Lokality	Založeno	Počet
BLÖSCH	3 CH	1947	160
PLATIT Advanced Coating Systems SWISS QUALITY	8 CH, CZ, USA, KOR, HK, DAN, China	1957	80

LHSS.	2 CH, CZ	1993	80
PLANAR	1 CH	2005	10

	Zaměření
BLÖSCH	**Depozice vrstev** **Hodinářský průmysl, obráběcí nástroje a strojní průmysl, zdravotnictví, letectví, telekomunikace a optika**
PLATIT Advanced Coating Systems SWISS QUALITY	**Výrobní zařízení** **Design, konstrukce a prodej depozičních zařízení a depozičních center pro depozici tvrdých tenkých vrstev**
LHSS.	**Výroba komponentů** **Ciferníky hodinek, mikro-mechanické díly**
PLANAR	**Výrobní zařízení** **Tvrdé a optické vrstvy**

6 základních technologií



Platit®

- Společnost PLATIT vyrábí depoziční centra a zařízení pro výrobu tenkých vrstev, vytvářených metodou PVD.
- Dodávka celých depozičních systémů k zákazníkovy „Na klíč“

PL70

Pi80

Pi111

Pi311

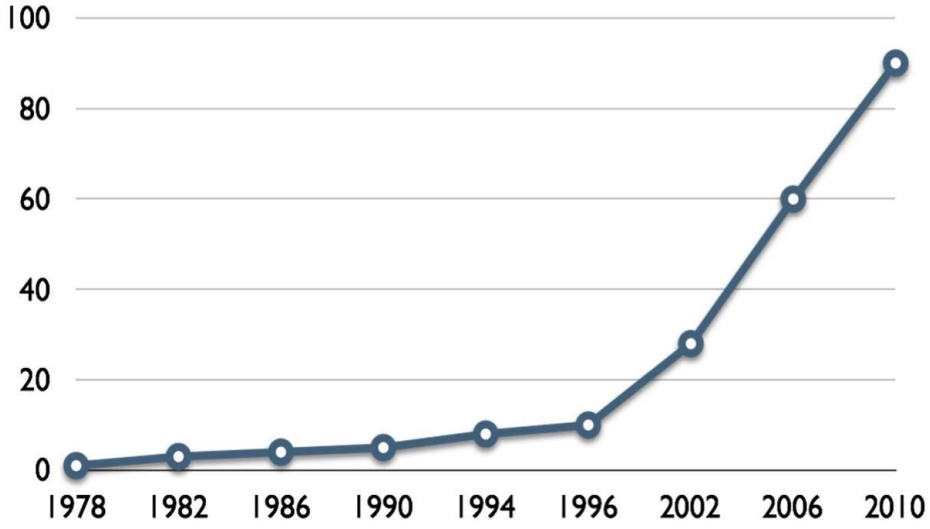
PLATIT - současné standardní modely

LISS®

- Společnost LISS začala s výrobou hodinářských komponent
- V současné době deponují nástrojové i optické vrstvy
- Zabývají se úpravou povrchu vrstev

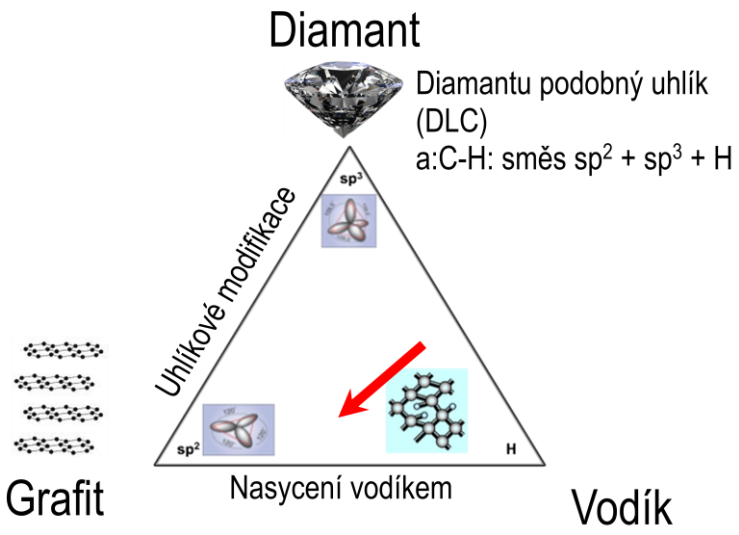
Příklady výrobků a zařízení

Vývoj počtu běžných vrstev používaných na nástrojích v průběhu uplynulých 30let



Nárůst počtu typů vrstev v průběhu let (2009: více než 80 druhů vrstev)

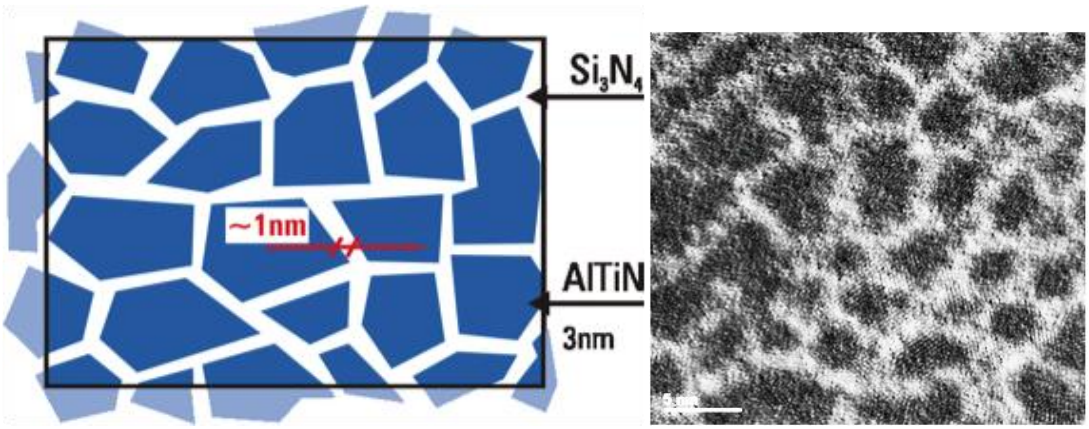
Blaktop®



Balancování mezi otěruvzdorným (tvrdým) a kluzným (měkkým) vrstvami z uhlíku

Nanokompozitní struktura

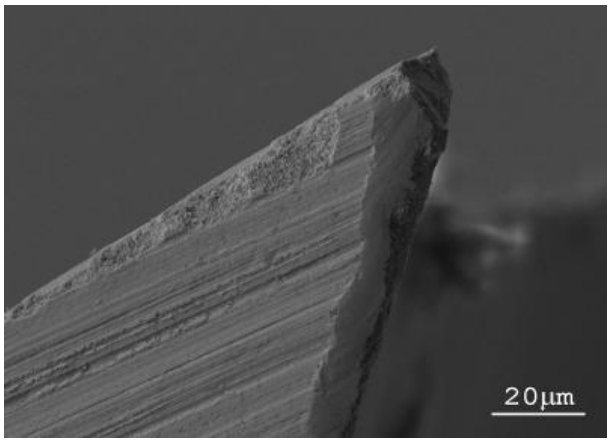
Nano-krystaly AlTiN v amorfní Si_3N_4 matrici



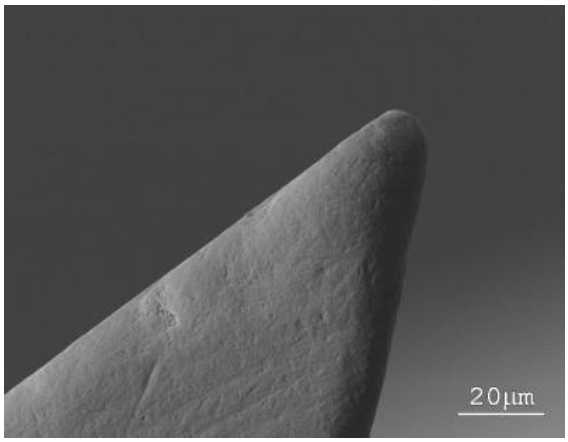
TEM ***Model***

Omílání nástrojů

Je zásadní pro zvýšení trvanlivosti nástrojů



Před omletím



Po omletí

Budova Blösch Corporated Inc.

OTEC

Zodpovědné osoby ze ZČU:

Ing. Miroslav Zetek, Ph.D.

mzetek@kto.zcu.cz, tel.: +420 377 638 520, kto.zcu.cz

Ing. Jaroslava Fulemová

fulemova@kto.zcu.cz, tel.: +420 377 638 515, kto.zcu.cz
Katedra Technologie Obrábění, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

Kontaktní osoby z firmy Alicona:

Dipl.-Ing. (FH) Helmut Gegenheimer

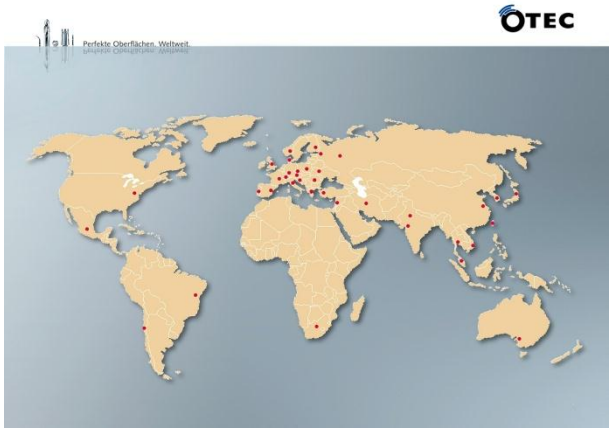
h.gegenheimer@otec.de, tel.: +49 (0) 70 82 / 49 11 20, www.otec.de

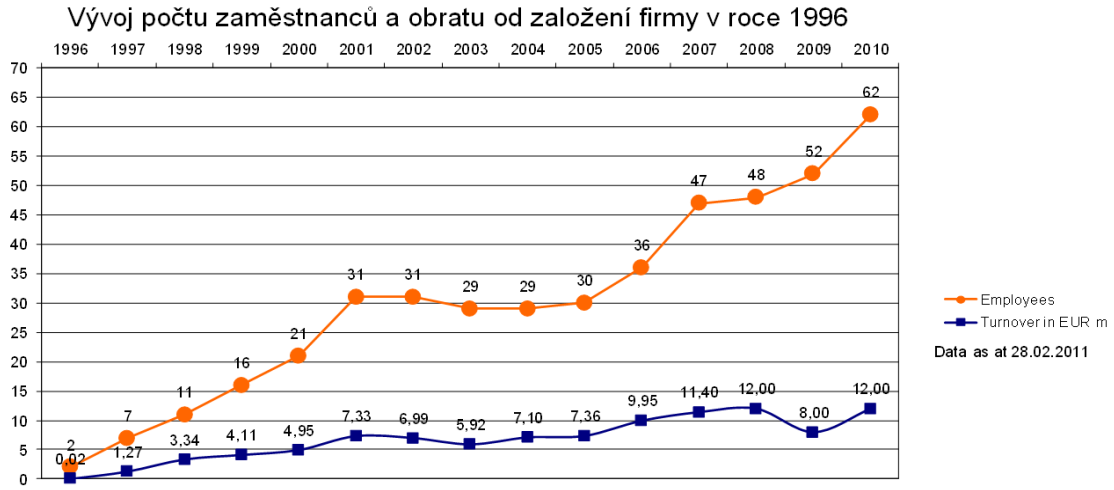
Dierk Telljohann

d.telljohann@otec.de, tel.: + 49 (0) 70 82 / 49 11 20, www.otec.de

OTEC, Dieselstraße 8-12. 75334 Straubenhardt-Feldrennach, Německo

Sídlo: Straubenhardt-Feldrennach, Německo
Pobočky: Evropa, Asie, Afrika, Amerika, Japonsko



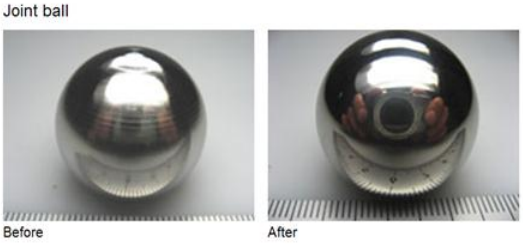


Zaměření firmy do těchto oblastí:

- Lékařská technika
- Nástrojařský průmysl
- Hodinářský průmysl
- Automobilový průmysl
- Textilní průmysl
- CNC obrábění
- Farmaceutický průmysl
- Šperkařství

Lékařská technika

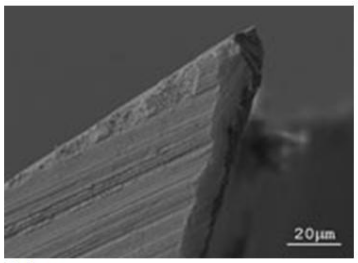
- Extrémně vysoké požadavky kvality povrchu
- Významní odběratelé: Synthes, Sulzer Medica, Aesculap, MTM, Zimmer



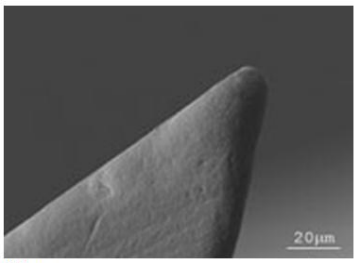
Nástrojařský průmysl

- Jednička v dokončování nástrojů
- Vysoká kvalita
- Významní odběratelé: Iscar, Gühring, OSG, Dormer, Mapal, **Platit (tool coating)**

Cutting edge (milling tool)



Before



After

Hodinářský a šperkařský průmysl

Významní odběratelé: Chopard, Egana, MontBlanc

Watch case

before

after

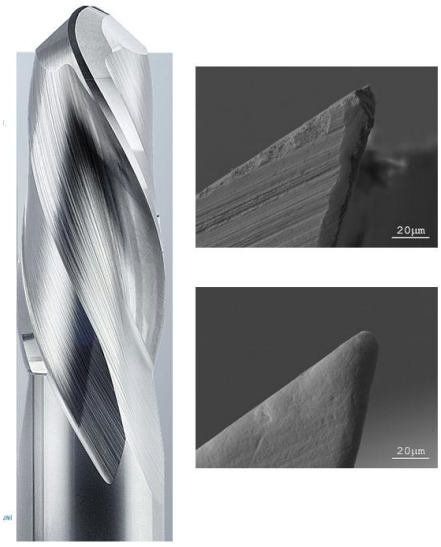
Automobilový průmysl

- Významní odběratelé:
  Robert Bosch GmbH, Siemens VDO, Siemens AG, Daimler AG

Letecký průmysl

- jednička v dokončování leteckých součástek

Klíčové přínosy omílání



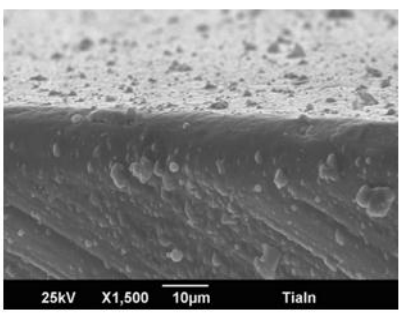
Úprava břitu

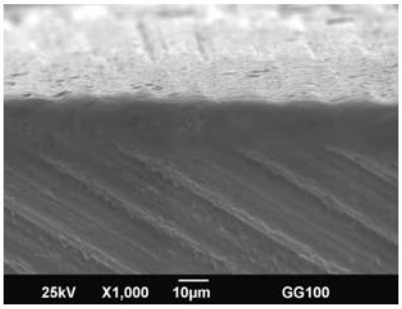
- Přesné zaoblování
- Odhrotování
- Vyhlazení povrchu
- Leštění drážky

Zvýšení trvanlivosti nástroje o více než 500%

Makronečistoty

- Odstranění makronečistot z povrchu břitu



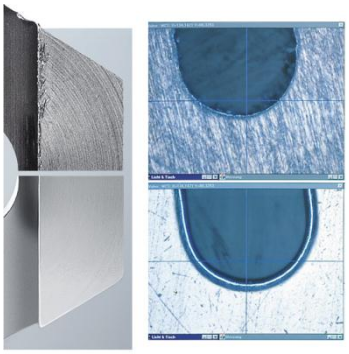


- **Zlepšení odvodu třísek**
- **Snížení koeficientu tření**

Odhrotování

... během několika minut místo hodin

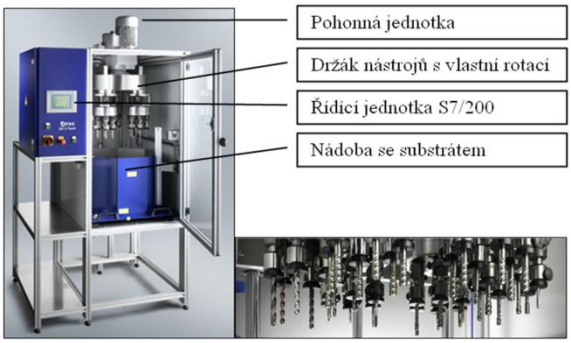
- Úspora času více než 99%
- Extrémní úspora nákladů – rychlá návratnost investice



Leštění

- Vysoký lesk součástí – homogenní povrch i v nepřístupných místech
- Daleko rychlejší s lepším výsledkem než ruční leštění
- Leštění těžkoobrobitelných materiálů jako je např. řezná keramika
- Čistý a lesklý povrch – snížení drsnosti např. z Ra 3,2 na 0,01 μm

Zařízení pro vlečné omílání nástrojů a používaný granulát



Ceramic abrasives

Quality	Finish	D Triangle Size a/b	S Triangle (diagonal cut) Size a/b	E Ellipse Size a/b/c	ZS Cylinder** (diagonal cut) Size a/b	DZ Pyramid Size a/b
P	Polished	3/3 6/6	4/4	-	1/3 2/2 2/5 2/10 3/5 3/10 4/10 4/13 5/10 7/15	3/3 SK* 4/4 SK* 6/6 SK* 10/10 SK*
M	Medium abrasive	06/06 08/08 13/13	3/10 4/10 6/10	15/15/6	6/13	06/06 10/10
S	Strong abrasive, coarse finish	03/03 06/06 10/08 10/10 13/13	3/10 4/10 6/10	15/15/6	2/5 3/5 3/10 4/10 6/13 8/15	04/04 06/06 10/10
BS	Strong abrasive					
SF	Very strong abrasive, fine finish	04/04 06/06 10/06 10/10	-	15/15/6	7/15	-

Other sizes and qualities on request.

* Very sharp edges
** Also available in straight cut

Představení zahraničních univerzit participujících na projektu

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DORTMUND

Zodpovědné osoby ze ZČU:

Doc. Dr. Ing. Antonín Kříž

kriz@kmm.zcu.cz, tel: +420 377 638 320, kmm.zcu.cz

Katedra materiálu a strojírenské metalurgie, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

Ing. Miroslav Zetek, Ph.D.

mzetek@kto.zcu.cz, tel.: +420 377 638 515, kto.zcu.cz

Katedra Technologie Obrábění, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

Kontaktní osoby z Technische Universität Dortmund:

Priv.-Doz. Dr.-Ing. Dipl.-Inform. Andreas Zabel

zabel@isf.maschinenbau.uni-dortmund.de, tel.: +49 231 755-2708, www.isf.de

Prof. Dr.-Ing. Dirk Biermann

biermann@isf.maschinenbau.uni-dortmund.de, tel.: + 049 0231 755-2782, www.isf.de

Institut für Spanende Fertigung, Technische Universität Dortmund, Baroper Straße 301, 44227 Dortmund

Fakulta strojní

Děkan: Prof. Dr.-Ing. Dirk Biermann

7 kateder: Katedra výroby a průmyslového inženýrství
Katedra průmyslové organizace
Katedra logistiky a zásobování
Katedra průmyslové robotiky
Katedra kvality
Katedra techniky a didaktiky
Katedra materiálové technologie

4 obory: Hydromechanika
Produkce a logistika
Strojní součásti
Materiálové zkušebnictví

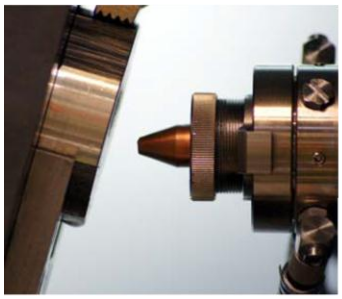
4 instituty: Ústav mechaniky
Ústav dopravy a logistiky
Výzkumný ústav obrábění
Ústav tváření

Počet studentů:
2006/07 – 2084
2010/11 - 2714

38 vědeckých pracovníků; 5 stážistů; 6 technických pracovníků;
55 studentů na výpomoc
2500 m^2 plochy
Více jak 80 publikací v roce 2010

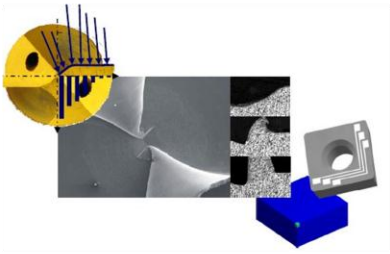
Oddělení třískového obrábění

Procesní vývoj



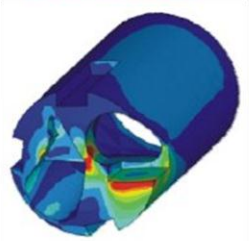
Obrábění progresivními materiály

Vývoj nástrojů



Obrábění za sucha

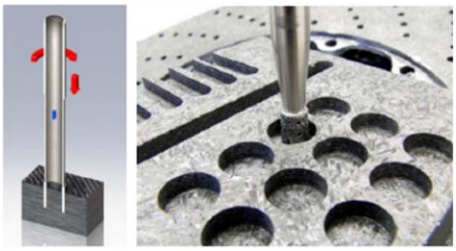
Modelování a simulace



Obrábění speciálních dílů

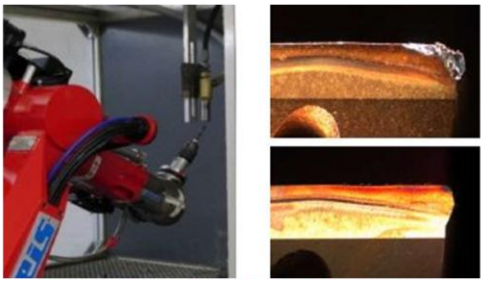
Oddělení technologie broušení

Vrtání s vybrušováním

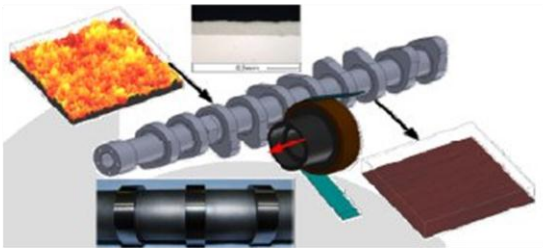


Broušení nástrojů

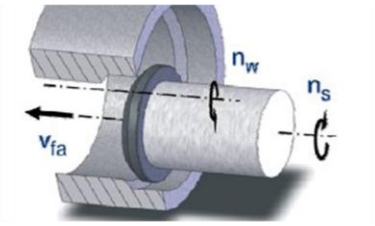
Úprava mikrogeometrie



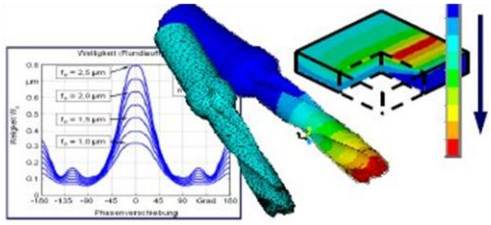
Dokončování povrchu



Broušení vnitřních ploch

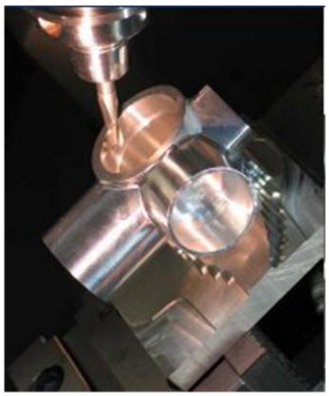


Modelování a simulace



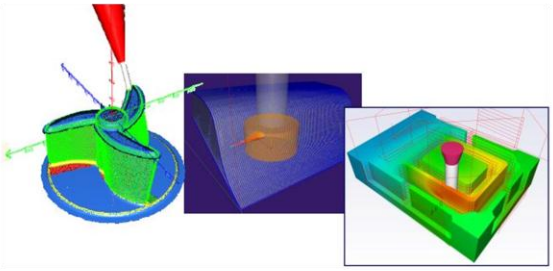
Oddělení simulace a optimalizace

5-osé frézování

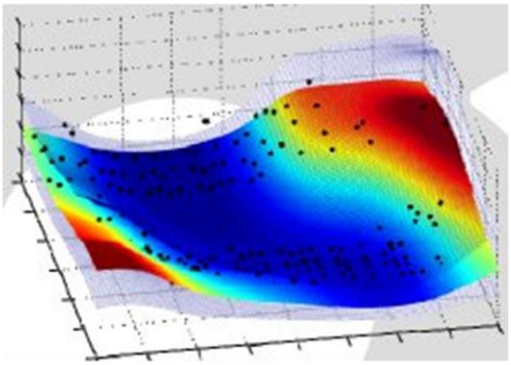


Mikrofrézování

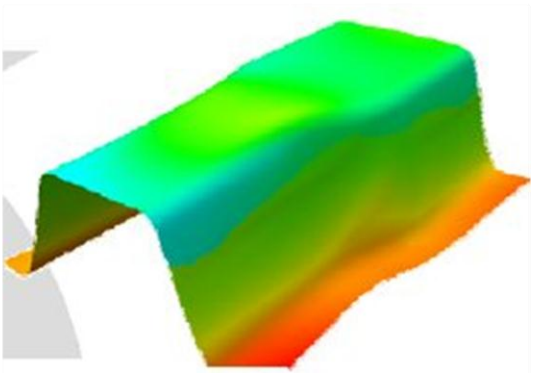
Numerická simulace obrábění



Modelová podpora a optimalizace



Reversní inženýrství



Přístrojové vybavení

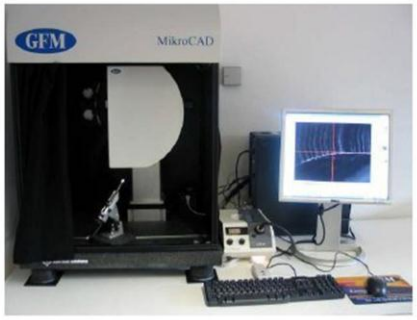
HSC frézka s paralelní kinematikou | Mikrofrézka CNC-Soustruh | HSC frézka | 5-osé obráběcí centrum Bruska nástrojů

Scan nástrojů | Metalografie | Měřící a elektronická laboratoř

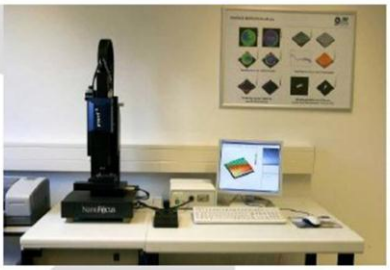
3D- scanovací přístroj ZEISS Prismo-Vast

Řádkovací elektronový mikroskop Philips XL 40 ESEM

Micro-optický 3D scanner MikroCAD



Konfokální mikroskop



Obrábění moderními procesy 40 Jahre ISF

27. 03. 2012 - 28. 03. 2012

Přesné nástroje pro třískové dokončování 22. 03. 2011 - 23. 03. 2011

Allied Maxcut Engineering Ltd.
ATI Stellram GmbH
Audi AG
CemeCon Ag
CERATIZIT Austria G.m.b.H.
Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH
GFE Schmalkalden e.V.
Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn GmbH
Hofmeyer GmbH
Kennametal Technologies GmbH
Klenk GmbH & Co. KG
KOMET GROUP GmbH
MAPAL Präzisionswerkzeuge Dr. Kress KG
mimatic-Zettl GmbH
Sandvik Tooling Deutschland GmbH
Seco Tools GmbH
Voith Turbo GmbH & Co. KG
Werkzeugfabrik Manfred Schwegler e.K.
Zrinski AG

Přesné vrtání hlubokých děr – aktuality Technika - Nástroje- Trendy

16. 3. - 17. 03. 2011

Technická univerzita v Košiciach

Zodpovědná osoba ze ZČU:

Ing. Ivana Česáková

cesakova@kto.zcu.cz, tel.: +420 377 638 527, kto.zcu.cz

Katedra Technologie Obrábění, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

Kontaktní osoba z Technické univerzity v Košicích:

Prof. Ing. Ladislav Pešek CSc.

ladislav.pesek@tuke.sk, tel.: + 421 55 / 602 2785, www.tuke.sk

Department of Materials Science, Park Komenského 11, 042 00 Košice, Slovak Republic

Here we are working

Slovakia→ Košice→ Park Komenského 11→

Department of Materials Science→ Mechanical testing of materials

Sections and Staff

Sections:

Section of Materials Structure Engineering
Section of Materials Properties and Corrosion
Centre of the Nanotechnologies and Nanomaterials

Staff:

4 prof. + 4 emeritus prof.
7 associated prof.
2 assistant prof.
2 researchers
13 PhD. students

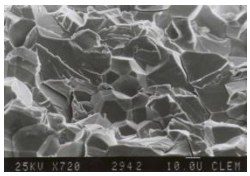
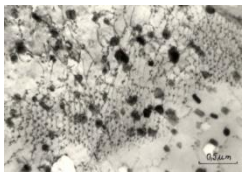
Teaching activities

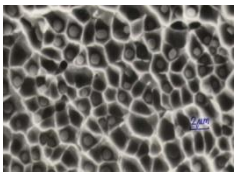
Branch	Study programme	Study grade
MATERIALS	Metallic and Nonmetallic Materials	Bc.
	Materials for Automobile Industry	Bc.
	Materials Engineering	Ing (Master)
	Materials Science and Materials Engineering	PhD.

- ❑ training courses in the field of metallography, fractography, corrosion and corrosion prevention

Research activities

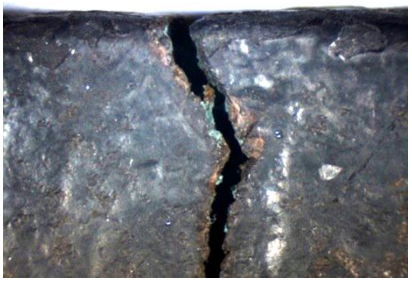
- microstructure and properties of steels, nonferrous metals and intelligent materials
- ultra-fine grained materials
- nanomaterials and nanotechnologies
- corrosion and surface corrosion protection
- testing of materials
- heat treatment of materials
- electron microscopy and microanalysis

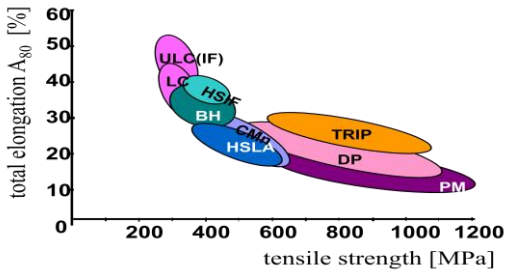



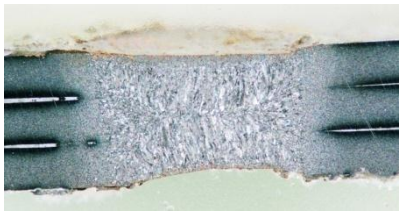
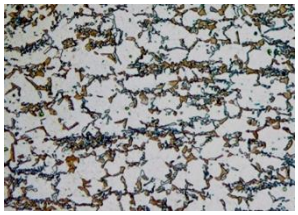
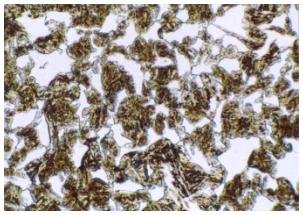


Steels

- ❑ microstructure and properties of continuously cast products and steel sheets for automotive industry
- ❑ weld joints
- ❑ fracture behavior

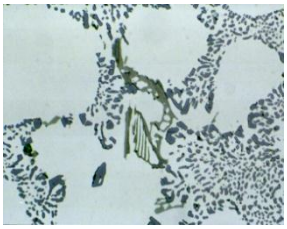


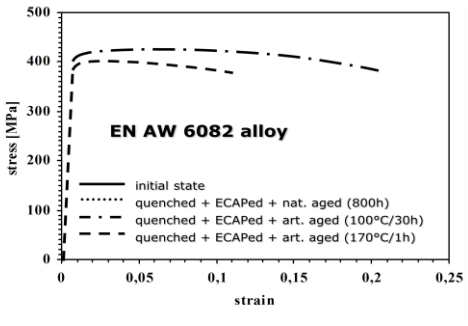


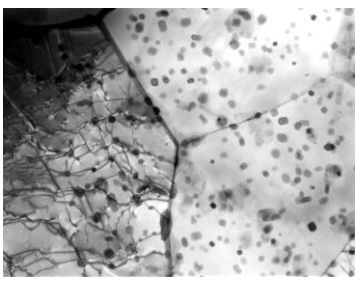




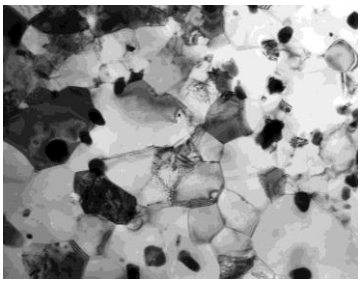
Al-based alloys

- foundry and wrought alloys
- character, distribution and size of intermetallic particles, eutectic particles and inclusions
- formation and study of ultra-fine grained microstructure
- fracture behavior of Al-based alloys



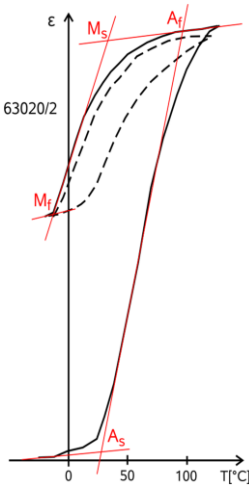


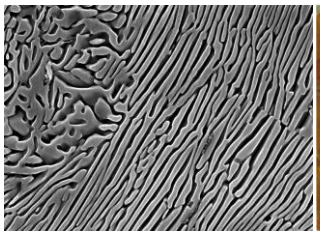


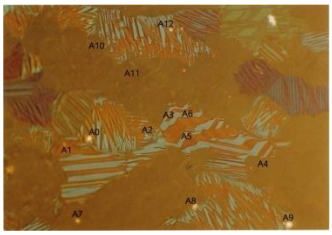


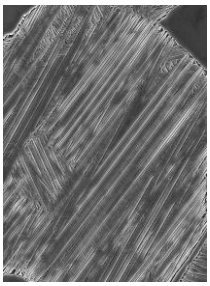
Cu-based alloys

- superelastic and thermoelastic effect of shape memory Cu-based alloys
- phase transformation and decomposition of Cu-based alloys
- inclusions in copper wires



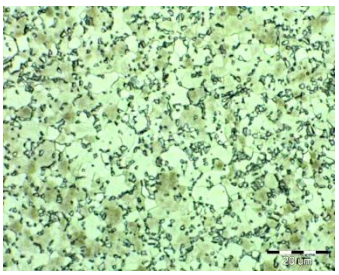


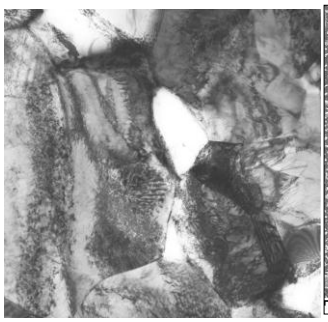


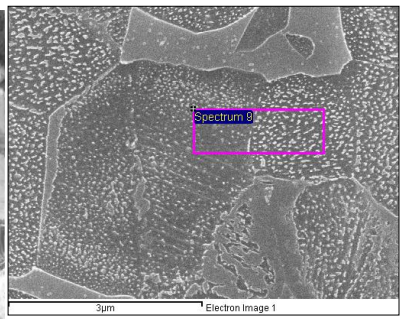


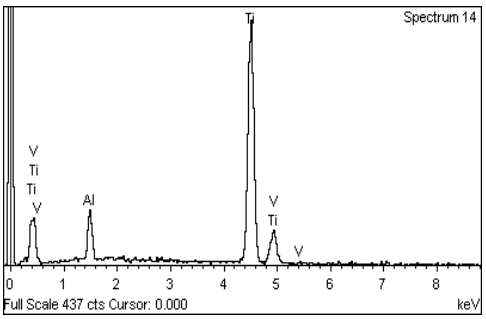
Ti and Ti-based alloys

- formation and study of ultra-fine grained microstructure
- fatigue and fracture behavior of Ti-based alloys
- corrosion resistance of Ti-based alloys



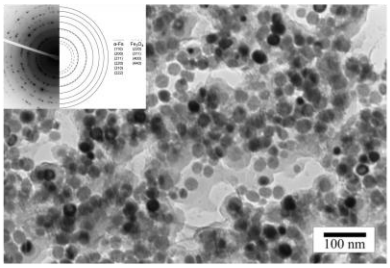


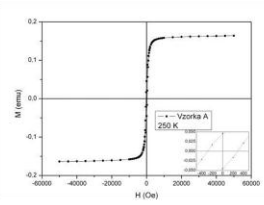




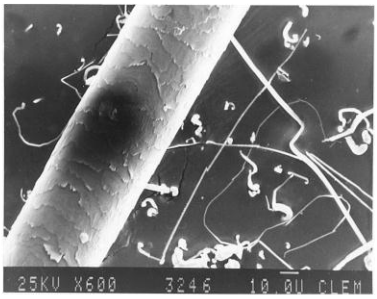
Nanomaterials and nanotechnologies

Fe - nanoparticles

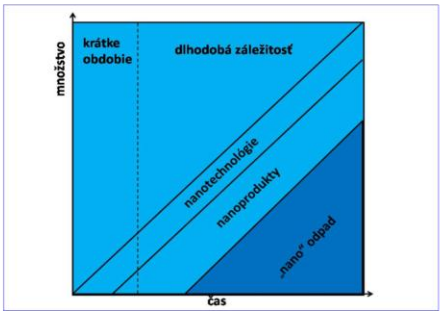




Sn - nanowhiskers

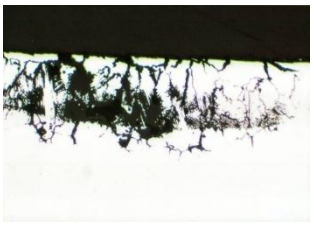


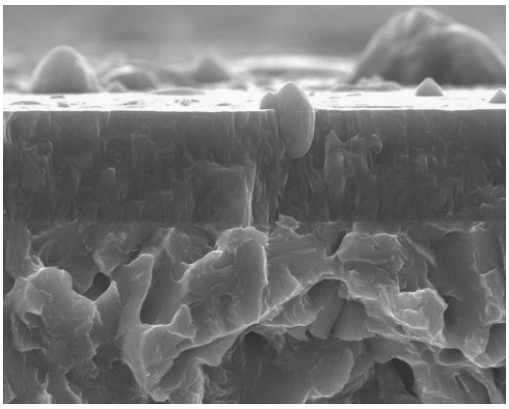
lifetime and safety of nanoparticles

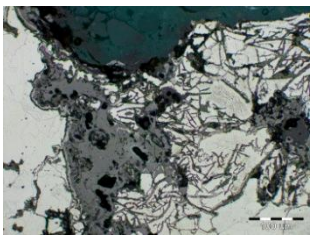


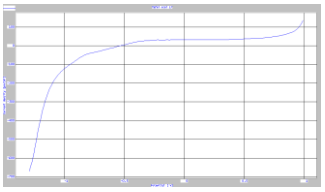
Corrosion of metals

- ❑ corrosion monitoring of zinc coatings
- ❑ corrosion properties of PVD coatings
- ❑ degradation of metals in atmospheric corrosion conditions
- ❑ analysis of corrosion damage of gas and boiler pipes



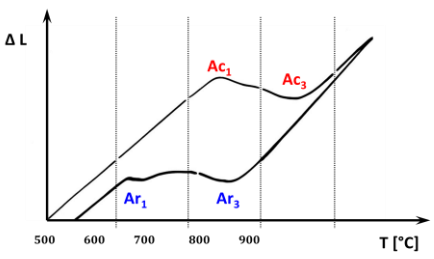


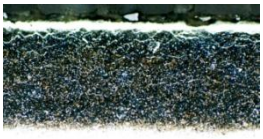




Heat treatment of materials

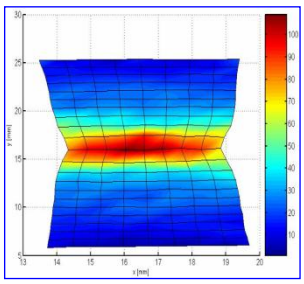
- ❑ annealing of steels and nonferrous alloys
- ❑ quenching and tempering of steels and aluminum alloys
- ❑ carburizing and nitriding of steels
- ❑ thermal fatigue of tool steels
- ❑ dilatometric analysis





Testing of materials

- ❑ tensile test
- ❑ fatigue testing
- ❑ fracture toughness
- ❑ videoextensometry
- ❑ dynamic testing
- ❑ creep



Facilities

Optical microscopy: Olympus, Leitz, Neophot with digital camera,

sample preparation units of Struers and Leco

Leica - stereomicroscope

Mechanical testing:

Tensile testing machines (up to 400 kN)

Videoextensometry system ME-46

Fatigue machine INSTRON 8511, SCHENCK

Drop tower (3 m, 3 kJ), Charpy hammer (0.5 – 300 J)

Creep testing machines (8; 12 kN, 700 °C)

Hardness testers (HB, HV, HRB, HRC, UCI)

Fracture toughness K_{IC}, J_{IC}, CTOD, R-curve, stable crack growth, fatigue crack rate, creep curve

Various types of furnaces (heat and chemical-heat treatment)

Corrosion science: Potentiometer Electroflex EF-451; System PS4

Corrtest Electroflex EF 1509 A, Polarotron SVUOM,

clima chamber Liebisch KB300

Software: Non contact strain measuring, Depth sensing indentation

Electron microscopes

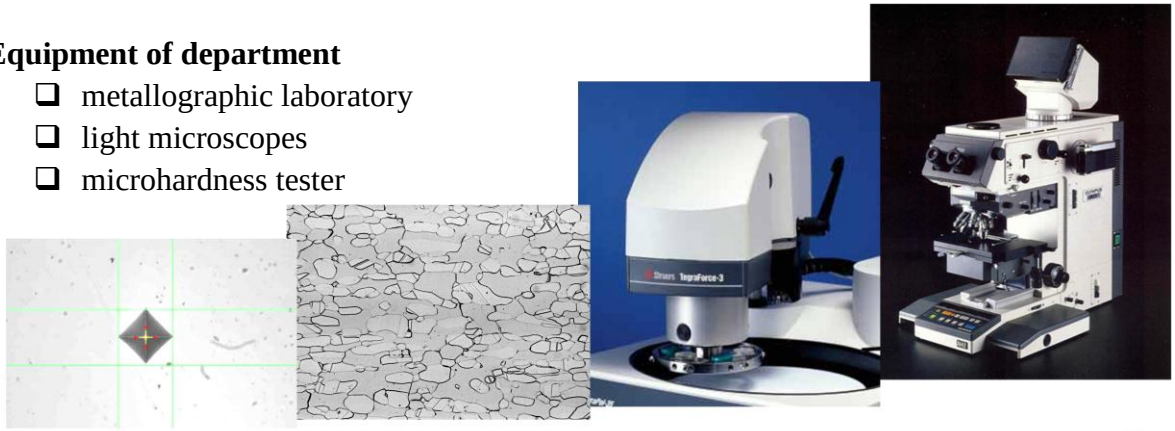
Scanning EM JEOL 7000F (high resolution)
with EBSD analyser INCA

Transmission EM Jeol JEM 2000FX
with EDX analyser Link 860
and EELS analyser Jeol Asea 10

Scanning EM Jeol JSM35CF
with EDX analyser Link 10000

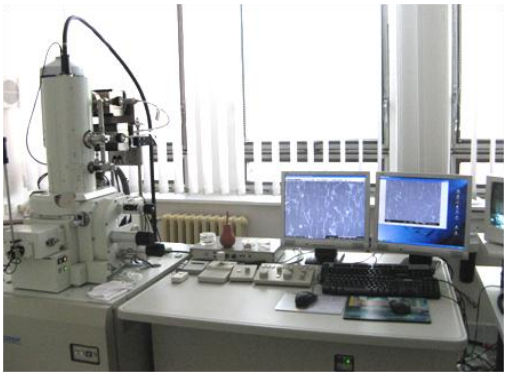
Equipment of department

- metallographic laboratory
- light microscopes
- microhardness tester



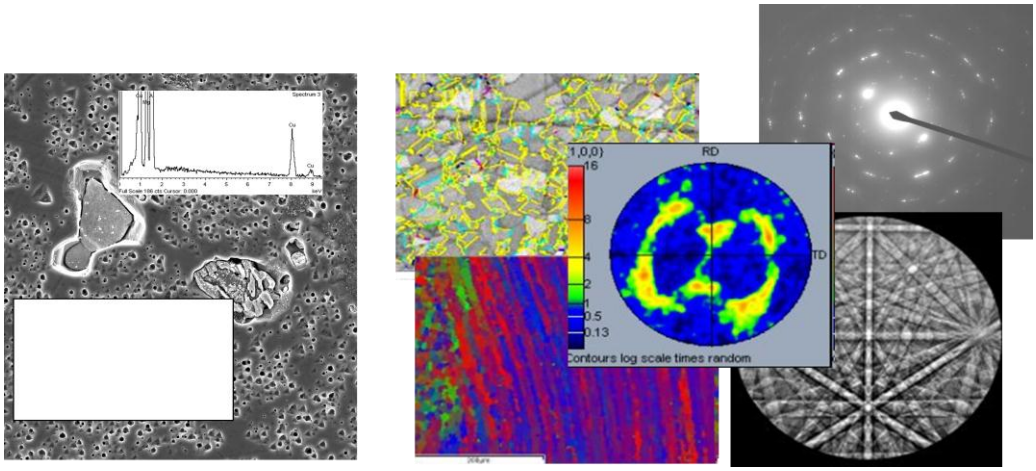
Equipment of department

- sample preparation for electron microscopy
- scanning electron microscopes
- transmission electron microscopy



Equipment of department

- EDX and SAED analysis of particles and matrix
- EBSD for microstructure analysis



Projects

Mechanical properties, testing

- ☐ Mechanical properties of particles in steels
- ☐ Prediction of the strength parameters using spherical instrumented indentation and videoextensometry strain monitoring
- ☐ The evaluation of deformation kinetics of deep drawing steels used in automotive industry

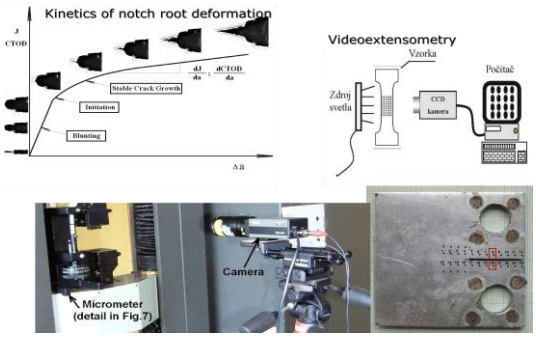
Research in detail

past and present

- ☐ New methods for testing local mechanical properties
- ☐ Nanoparticles: Fe nanospheroids, Fe and Sn nanowires
- ☐ Ultrafine-grained materials (ECAP-Equal Channel Angular Pressing)
- ☐ Properties of car steel sheets
- ☐ Effect of microstructure variability on shape memory and related phenomena in Cu alloys
- ☐ Effect of impurity segregation and precipitation on fracture morphology in surface zone of continuously cast steel slabs
- ☐ Stability of creep-resisting materials at cyclical stressing and thermal fatigue
- ☐ Internal stressing, creep and fatigue properties of microalloyed steels
- ☐ Contact corrosion in atmospheric conditions
- ☐ Analyses of microstructure evaluation , deformation and failure of composites with particles
- ☐ High -temperature properties of of cast low-carbon steels and their defects in primary microstructure
- ☐ Microstructure and properties of welds

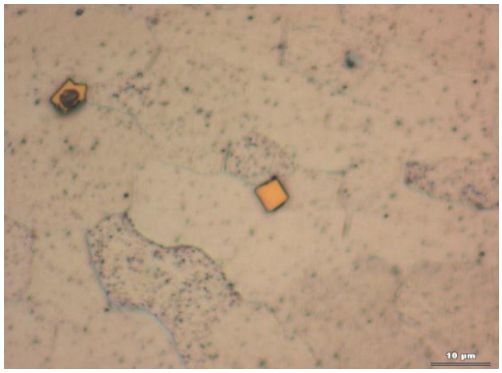
Cooperation and contacts

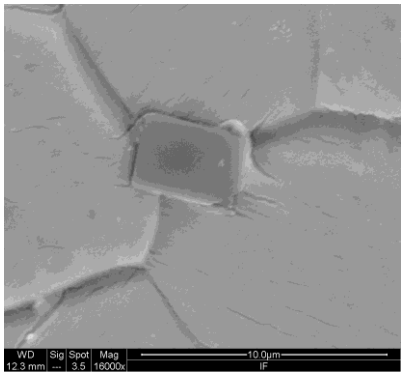
- ☐ University of West Bohemia Plzeň (Mechanical engng, Research centre NTC)
- ☐ TU Liberec (Mechanical)
- ☐ BA Freiberg
- ☐ ČVUT Praha (Mechanical, Civil engng)
- ☐ TU Ostrava (Faculty of Metallurgy)
- ☐ ZUT Szczecin
- ☐ RWTH Aachen (Institute of Ferrous Metallurgy)
- ☐ Osaka University (Joining and Welding Research Institute)

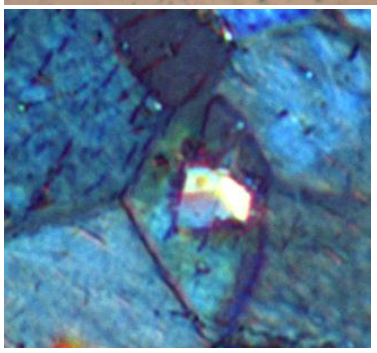


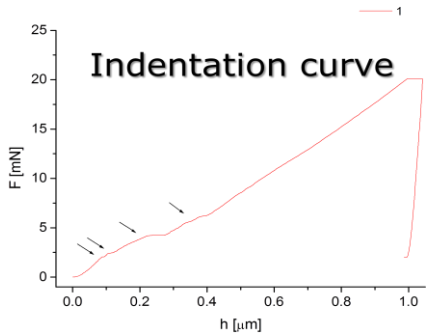
Mechanical properties of particles

Instrumented Indentation Testing









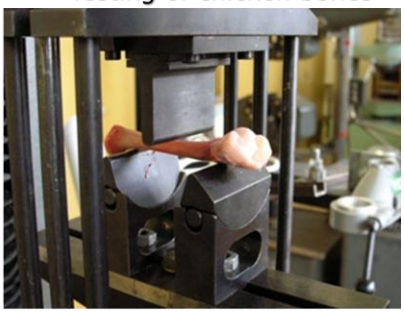
Mechanical testing

Instron 8511
Fatigue machine

Mechanical testing

Creep
12 kN; 700 °C

Testing of chicken bones



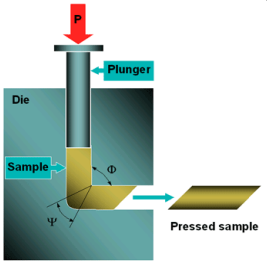
Ultrasonic contact impedance (UCI)
Hardness tester
Krautkrämer

Drop tower
3 m; 3 kJ

Dynamic testing
5 – 40 m/s

Equipment of department

- ❑ laboratory of mechanical testing
- ❑ forming and rolling machines and ECAP equipment – Department of metals forming
- ❑ furnaces, salt and oil bath for heat treatment
- ❑ equipment for testing of materials corrosion resistance



TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH – FAKULTA VÝROBNÝCH TECHNOLOGIÍ SE SÍDLEM V PREŠOVĚ

Zodpovědné osoby ze VŠB – TU Ostrava:

Doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.

robert.cep@vsb.cz, tel.: +420 597 323 193, www.vsb.cz

VŠB-TU Ostrava, 17.listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba

Kontaktní osoby z Technické univerzity v Košiciach – Fakulty výrobných technologií se sídlem v Prešově:

Doc., Ing. Sergej Hloch, Ph.D.

sergej.hloch@tuke.sk, tel.: +421 51 772 2828, kl.112,, www.tuke.sk

Doc., Ing. Michal Hatala, Ph.D.

michal.hatala@tuke.sk, tel.: +421 51 772 2603, kl.151, www.tuke.sk

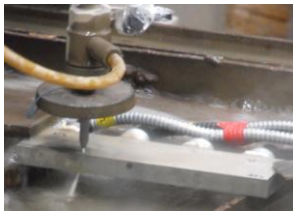
Fakulta výrobných technológií Technickej univerzity v Košiciach so sídlom v Prešove, Štúrova 31, 080 01 Prešov, Slovakia

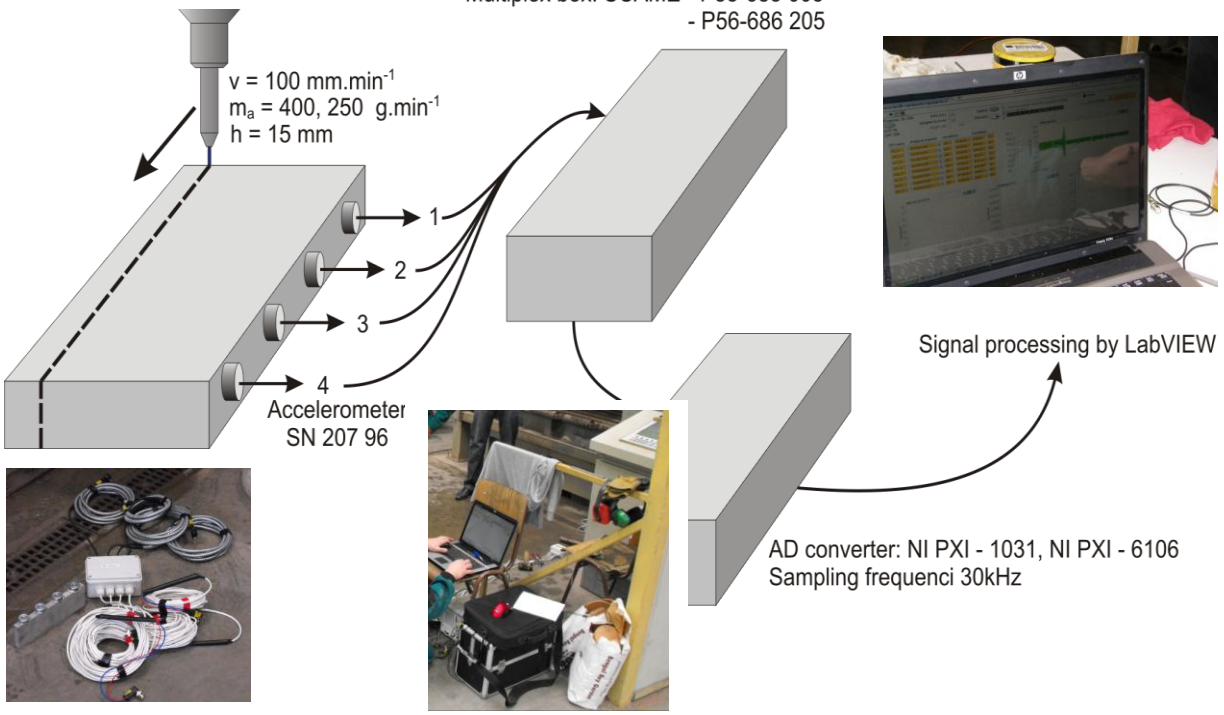
Fakulta výrobných technológií (doc. Hatala a doc. Hloch)
(riešenie úloh v oblasti výrobných technológii a počítačovej podpory výrobných technológii, teoretické a experimentálne práce v oblasti teórie a praxe obrábania, virtuálne projektovanie, biomedicínské inženýrství)

Přístrojové vybavení

- Brúska a leštička pre prípravu metalografických vzoriek MTH Hrazdil
- Rastrovací elektrónový mikroskop Tesla BS 300 s digitalizovaným spracovaním obrazu
- Naprašovacie zariadenie f. Ferrmat pre elektricky nevodivé vzorky určené k pozorovaniu elektrónovym mikroskopom pre vzorky určené pre elektrónovú mikroskopiu elektricky nevodivých materiálov
- Digitálny mikrotvrdomer
- Optický mikroskop - NEOPHOT 21
- Drsnoměr Mitutoyo SJ – 400

Nepriame meranie povrchu





POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Zodpovědná osoba z TU Liberec:

Ing. Zbygnew Rozek

zbbynek@interia.pl, tel.: +420 485 353 342, cxi.tul.cz

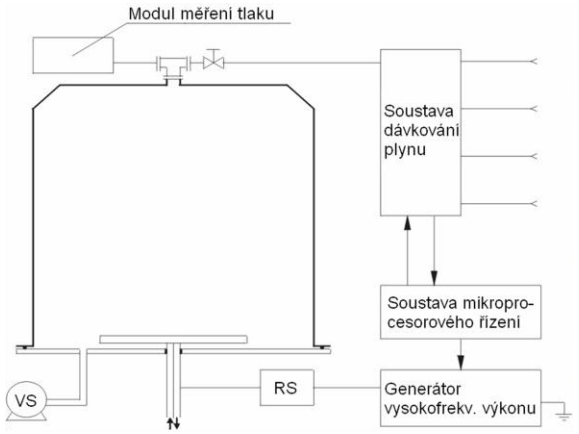
Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace, Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1

Kontaktní osoba z Politechniky Koszalińska:

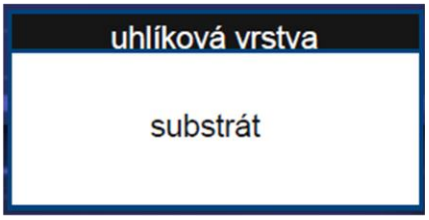
Prof. RNDr. Stanislaw Mitura Dr.Sc.

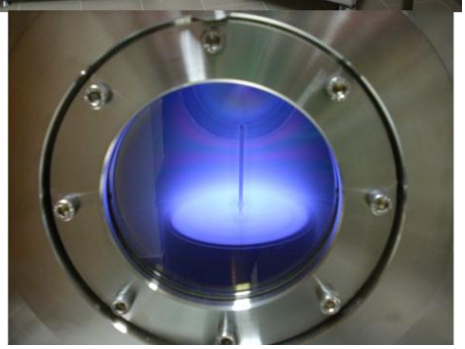
www.tu.koszalin.pl

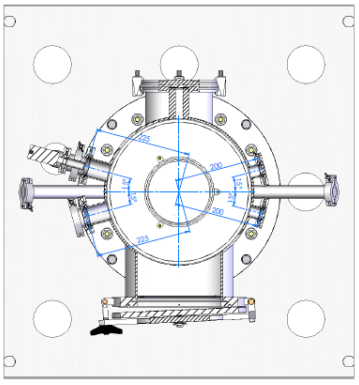
Zařízení pro vytváření uhlíkových vrstev metodou RF PACVD

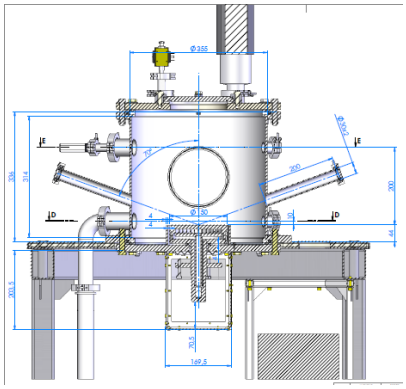


RS – regulační soustava,
VS – vakuová soustava

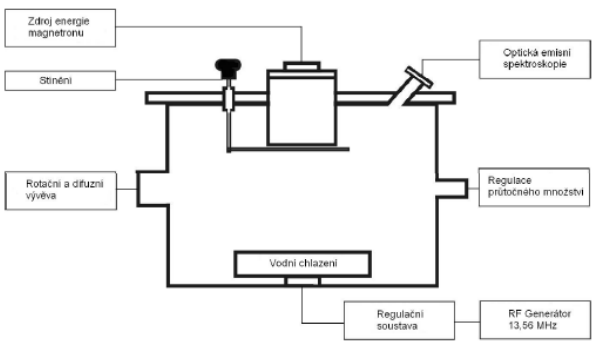


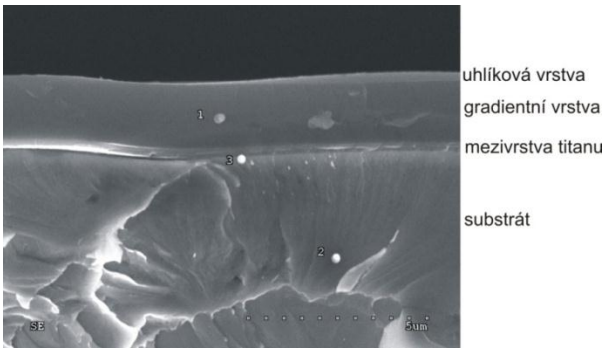






Zařízení pro vytváření vrstev na bázi uhlíku metodou RF PACVD/MS



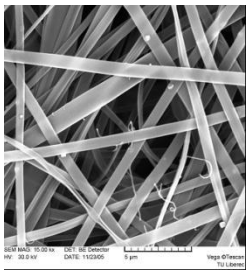
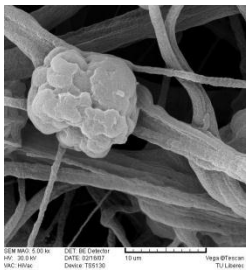
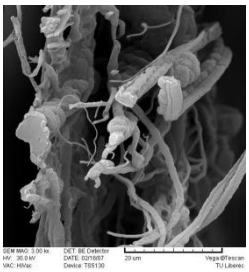


- Průměr targetu 51 (2'')
- Způsob práce AC, DC, pulsní,
- Individuální zaclonění každého magnetronu
- Možnost změny úhlového natočení polohy každého magnetronu
- Možnost změny každého magnetronu nahoru a dolu (umožňující posuv v ose z)

Targety

- Ti;
- Cr;
- Al;
- Ag;
- B;
- W;
- Si;
- C graphite

Aplikace tenkých vrstev

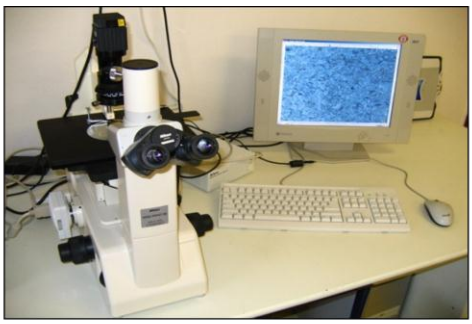




Příprava vzorků

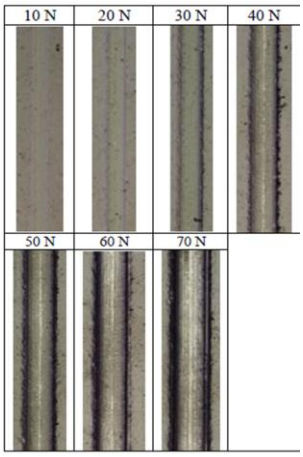
Možnosti laboratoře Katedry materiálu a Ústavu pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace TUL

Stanovení adheze tenkých vrstev

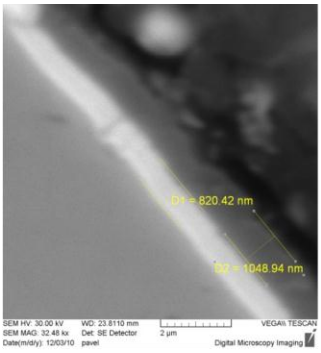
Vickersův tvrdoměr
ZWICK 3212



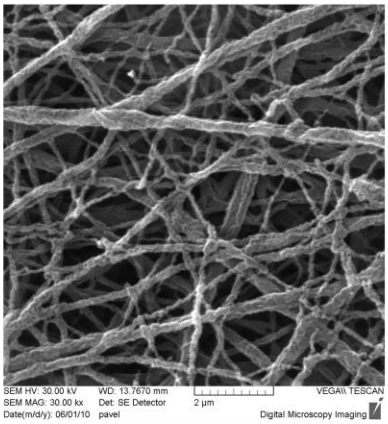
Optický mikroskop EPIPHOT 200
(NIKON) s digitální kamerou
DS-5M-U1 (NIKON)

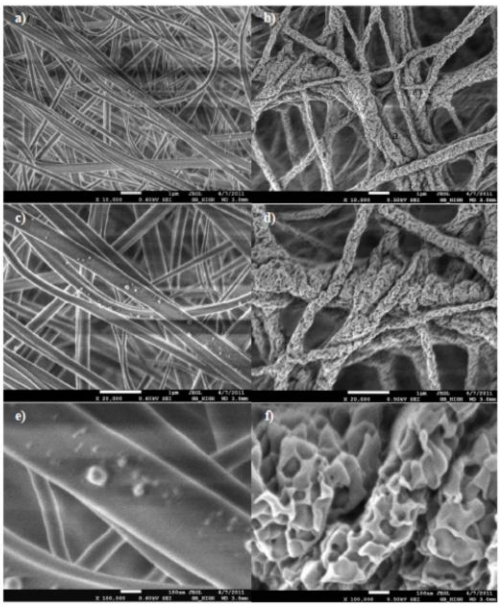


Morfologie a tloušťka tenkých vrstev

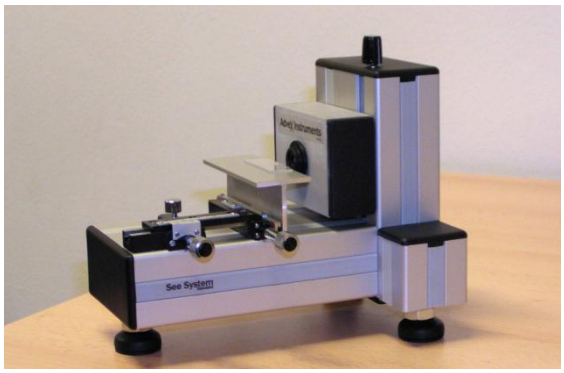


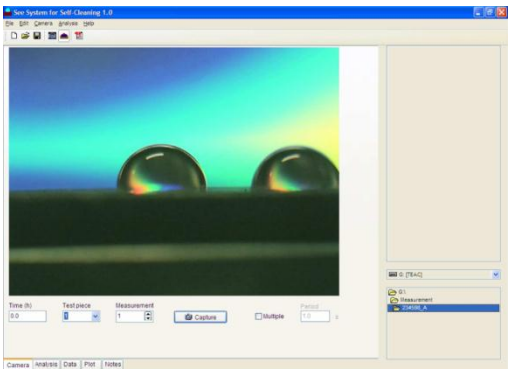
Rastrovací elektronový mikroskop
Tescan – Vega XMU

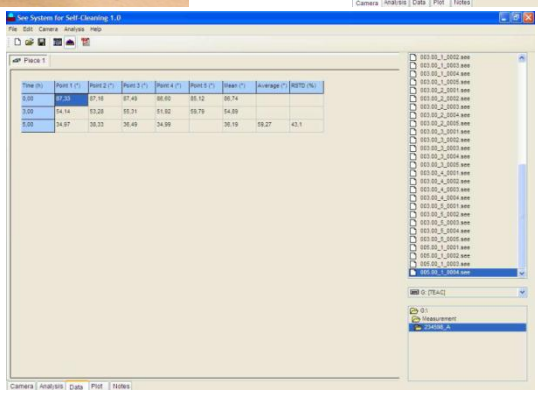




Měření smáčivosti povrchů

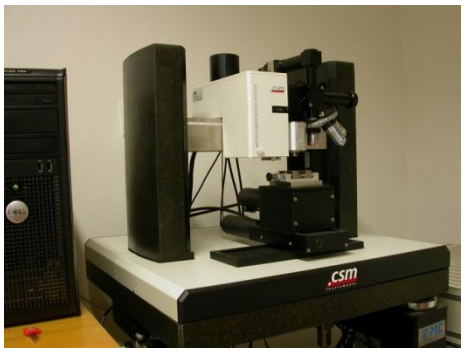


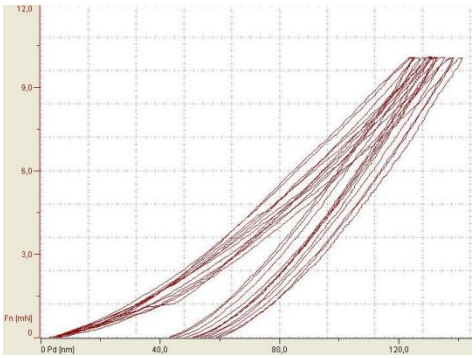




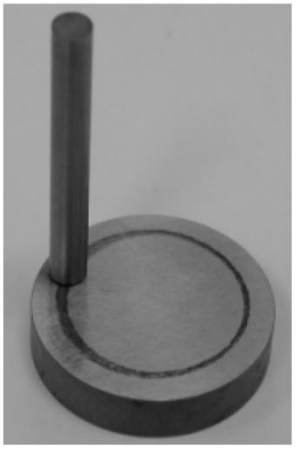
Mikrotvrdost, nanotvrdost a modul pružnosti tenkých vrstev

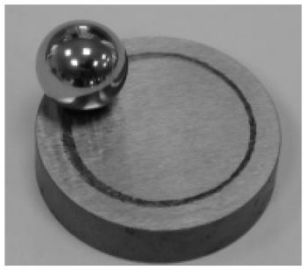
Mikroindentační modul: rozsah zatížení
10 mN - 30 N Vickers
Nanoindentační modul: rozsah zatížení
0,05 mN – 500 mN Berkovič

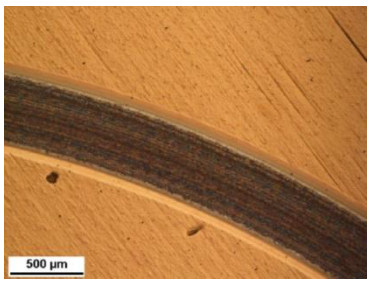


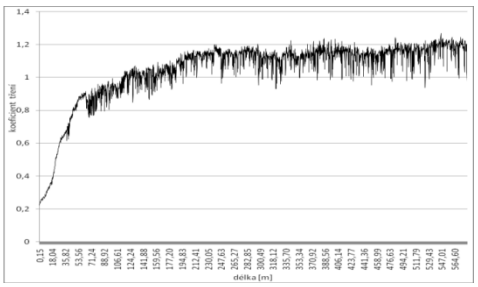


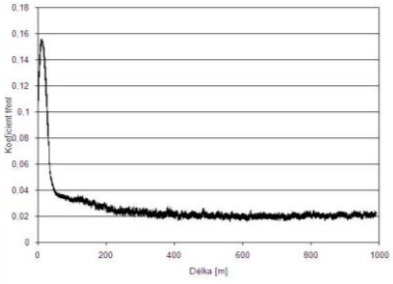
Tribologické vlastnosti tenkých vrstev (koeficient tření, otěr)











POLITECHNIKA ŚLĄSKA

Zodpovědná osoba ze ZČU:

Doc. Dr. Ing. Antonín Kříž

kriz@kmm.zcu.cz, tel: +420 377 638 320, kmm.zcu.cz

Katedra materiálu a strojírenské metalurgie, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

Ing. Miroslav Zetek, Ph.D.

mzetek@kto.zcu.cz, tel.: +420 377 638 520, kto.zcu.cz

Katedra Technologie Obrábění, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

Kontaktní osoba z Politechniky Śląska:

Dr. Daniel Pakuła

Daniel.Pakula@polsl.pl, tel: +48 322 371 653, www.imiib.polsl.pl

Ing. Krzysztof Lukaszkowicz, Ph.D.

Krzysztof.Lukaszkowicz@polsl.pl, tel.: +48 322 371 245, www.imiib.polsl.pl

Institut materiálového inženýrství a biomateriálů, Slezská technologická univerzita, ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Poland

Institut materiálového inženýrství a biomateriálů

Slezská technologická univerzita

ul. Konarskiego 18a

44-100 Gliwice, Poland

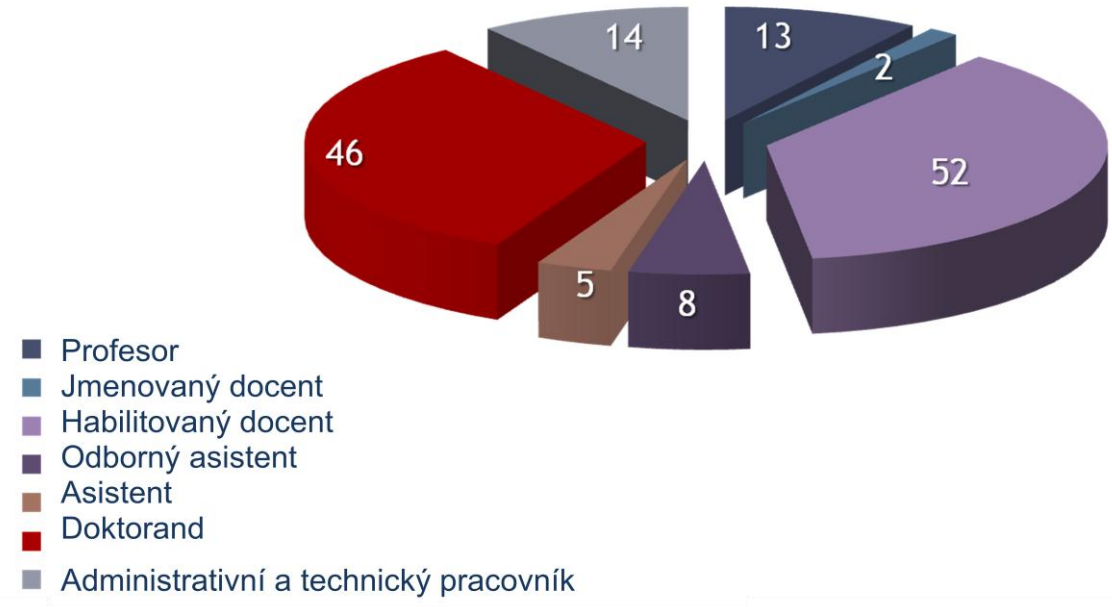
tel: (+48) 32 2371653

faks: (+48) 32 2372281

http://www.imiib.polsl.pl

Vedoucí institutu: m. dr h.c. prof. dr hab. inż. Leszek A. Dobrzański

Rozložení pracovních pozic

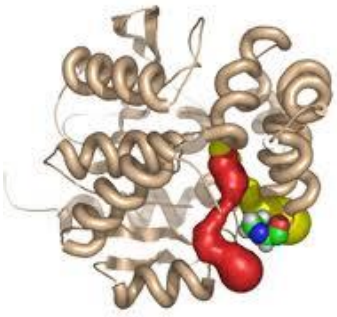


Oddělení Institutu materiálového inženýrství a biomateriálů:

- **Oddělení materiálových technologií, management a počítačová podpora v materiálových vědách**
- **Oddělení konstrukce a speciálních materiálů**
- **Oddělení materiálového inženýrství**
- **Oddělení nanokrystalických materiálů a materiálových aplikací**
- **Oddělení kovů a polymerních materiálů**
- **Administrativní a ekonomické oddělení**

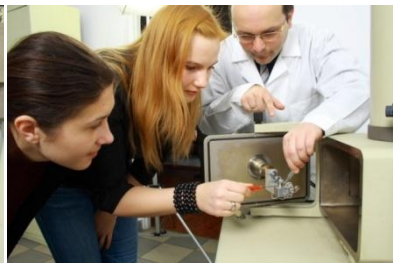
Vědecké disciplíny vyučované na institutu:

- **Konstruování strojů a technologie**
- **Metalurgie,**
- **Materiálové inženýrství,**
- **Biologická kybernetika a biomedicínské inženýrství ,**
- **Automatizace a robotizace,**
- **Počítačová věda,**
- **Organizace a management,**
- **Pedagogika**



Laboratoře:

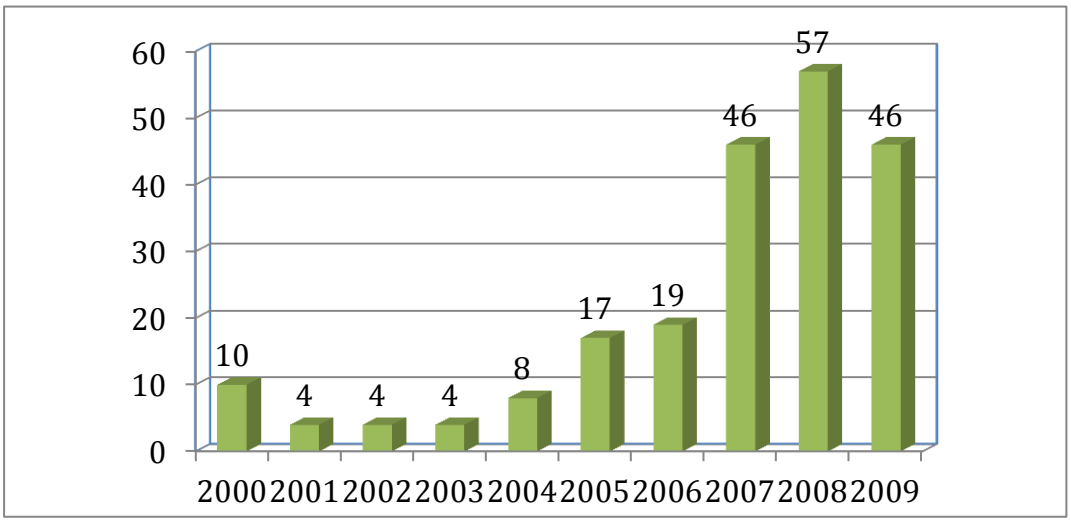
- Laboratoř materiálového inženýrství a biomateriálového výzkumu
- Laboratoř počítačové simulace
- Laboratoř technologie
- Laboratoř materiálových procesů
- Vědecká a didaktická laboratoř nanotechnologií a materiálových technologií



Přístrojové vybavení:

- PANalytical`s X`Pert PRO Difraktometer
- Řádkovací elektronový mikroskop Zeiss SUPRA 3
- Metalografický mikroskop Leica MEF4A
- PVD depoziční centrum DREVA ARC 400
- Tvrdoměr Zwick ZHR 4150
- Metalurgický simulátor UMSA MTC
- Přístroj pro zkoušku tahem Zwick 100

Knihy, monografie, články v časopisech s impact faktorem, recenzované články



Společně s KMM (Doc. Kříž) řešeno 6 mezinárodních projektů z Višegrádského fondu

New generation of PVD and CVD coatings on Al_2O_3–based ceramic tools for high speed cutting processes	2004
A new generation of multiple layer PVD and CVD coatings on the nitride tools ceramic for dry on high speed cutting processes	2005
Structure and properties of the wear- and corrosion resistant of multilayer and gradient coatings deposited by PVD process	2007
International Academic Laboratory Platform of Surface Engineering	2007
Investigation of the structure and properties of PVD coatings deposited on the tool materials	2008
Structure, mechanical properties and corrosion resistance of nanocomposite coatings deposited by PVD technology onto the tool steel substrate	2011

Společné publikace – 5 článků v Surface Engeneering; řešeny 3 disertační práce.

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINĚ

Zodpovědné osoby ze Západočeské univerzity v Plzni:

Doc. Dr. Ing. Antonín Kříž

kriz@kmm.zcu.cz, tel.: +420 377 638329, www.kmm.zcu.cz

Katedra materiálu a strojírenské metalurgie, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň, Česká republika

Kontaktní osoba z Žilinské univerzity v Žilině:

Prof. Ing. Peter Palček, PhD.

peter.palcek@fstroj.uniza.sk, +421 41 513 2600, www.kmi2.uniza.sk
Katedra materiálového inžinierstva, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina,

Prof. Ing. Otakar Bokůvka, PhD.

otakar.bokuvka@fstroj.uniza.sk, +421 41 513 5140, www.kmi2.uniza.sk

Historie:

1953 v Praze - Vysoká škola železniční

1959-1962 – stěhování do Žiliny

1996 – Žilinská univerzita v Žilině

Fakulty (7):

- Strojní fakulta
- Elektrotechnická fakulta
- Stavební fakulta
- Fakulta speciálního inženýrství
- Fakulta humanitních věd
- Fakulta provozu a ekonomiky dopravy a spojů
- Fakulta řízení a informatiky

Areál Žilinské university

STROJNÍ FAKULTA

Počet studentů na UŽ

Počet doktorandů						
Fakulta	1. r.	2. r.	3. r.	celkem	1.– 5. r.	celkem
FPEDAS	35	26	20	81	75	156
SjF	61	30	35	126	85	211
EF	30	16	21	67	24	91
SvF	9	8	7	24	14	38
FRI	15	11	10	36	32	68
FŠI	12	7	4	23	56	79
FPV	6	3	5	14	10	24
Spolu	168	101	102	371	296	667

Počet studentů na Fakultě strojní

Počet studentů						
Fakulta	Bakalářské sudium			Magisterské studium		
	1. r.	2. r.	3. r.	1. r.	2. r.	celkem
SjF	392	189	154	206	168	1109

Fakulta strojní ŽU

Katedry (11):

KMI – Katedra materiálového inženýrství

KOVT - Katedra obrábění a výrobní techniky

KAME – Katedra aplikované mechaniky

KTI - Katedra technologického inženýrství

KKČS - Katedra konstruování a strojních částí

KET - Katedra energetické techniky

KDMT - Katedra dopravní a manipulační techniky

KAT - Katedra automobilové techniky

KPI - Katedra průmyslového inženýrství

KAVS – Katedra automatizace a výrobních systémů

KAM – Katedra aplikované matematiky

Personální katedry materiálového inženýrství

Vedoucí katedry

- prof. Ing. Peter Palček, PhD.

Tajemník katedry

- Ing. Mária Chalupová

Oddělení strukturních analýz

- prof. Ing. Eva Tillová, PhD.
- prof. Ing. Radomila Konečná, PhD.
- Ing. Alan Vaško, PhD.
- Ing. Juraj Belan, PhD.
- p. Anna Macúchová
- prof. Ing. Petr Skočovský, DrSc. – emeritný profesor

Oddělení únavy materiálů

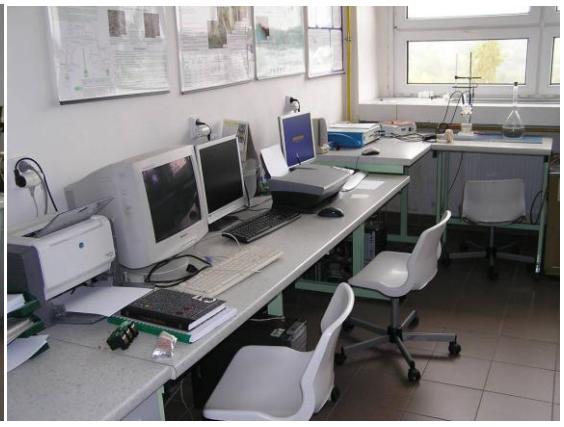
- prof. Ing. Otakar Bokůvka, PhD.
- prof. Ing. Peter Palček, PhD.
- prof. RNDr. Tatiana Liptáková, PhD.
- Ing. Lenka Markovičová, PhD.
- RNDr. Viera Zatkalíková, PhD.

- p. Stanislav Obročník

Výzkumné laboratoře katedry:

- Laboratoř koroze kovů I a II
- Laboratoř únavových zkoušek
- Laboratoř světelné metalografické mikroskopie
- Laboratoř elektronové mikroskopie
- Přípravna metalografických vzorků
- Laboratoř mechanických zkoušek
- Laboratoř studia vlastností povrchu
- Laboratoř plastů
- Laboratoř reologických vlastností
- Laboratoř vnitřního tlumení

Laboratoř únavových zkoušek



Laboratoř koroze kovů I a II

Katedra v současnosti řeší projekty:

VEGA, KEGA, APVV – bilaterální projekty, 7.R.P. EÚ - Tellibox

Projekty ŠF - OPERAČNÍ PROGRAM – VÝZKUM A VÝVOJ

OPVaV-2008/2.2/01-SORO Přenos poznatků a technologií získaných výzkumem a vývojem do praxe

Prototypové zařízení pro hodnocení tribokorozních vlastností

OPVaV-2009/2.2/03-SORO Podpora aplikovaného výzkumu, vývoje a transferu technologií 4.2 Přenos poznatků a technologií získaných výzkumem a vývojem do praxe – (partner)

Autonomní mechatronické systémy pro ultrahluboké geotermální vrty

OPVaV-2010/2.2/06 – SORO - Podpora budovaní kompetenčních center

OPERAČNÍ PROGRAM – VZDĚLÁVÁNÍ

OPV-2009/1.2/01-SORO Podpora inovativních forem vzdělávání na vysokých školách a rozvoj lidských zdrojů ve výzkumu a vývoji

Zvyšování konkurenceschopnosti technických studijních program

Budovy Žilinské university

Současný stav problematiky Povrchové integrity z pohledu jednotlivých pracovišť

VŠB OSTRAVA - KATEDRA MECHANICKÉ TECHNOLOGIE / KATEDRA OBRÁBĚNÍ A MONTÁŽE

Prof. dr. Ing. Josef Brychta

josef.brychta@vsb.cz, tel.: +420 597 323 216, www.vsb.cz

VŠB-TU Ostrava, 17.listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba

Kvalita a integrita obrábění

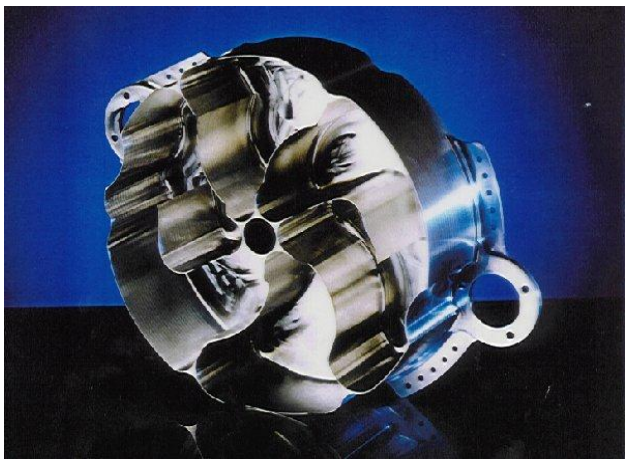
Integrita obrobeného povrchu a její charakteristické veličiny

Současné požadavky na funkční plochy součástek

Současný design výrobků je charakterizován zejména prostorovými plochami nepravidelných tvarů

Nejčastěji se vyskytují:

u forem, kovacích zápustek, turbín, lisovacích nástrojů pro automobilový a letecký průmysl



Požadavky na obrobek:

Rozměrová a tvarová přesnost = jakost

Jakost + integrita povrchu = kvalita

LZE ZAJISTIT „HSM technologií“

HSM - Technologie 21. Století

PODSTATA SPOČÍVÁ:

kratší strojní časy

zvýšení přesnosti a kvality obrobků

PROGRESIVITU „HSM "DOSAHUJE:

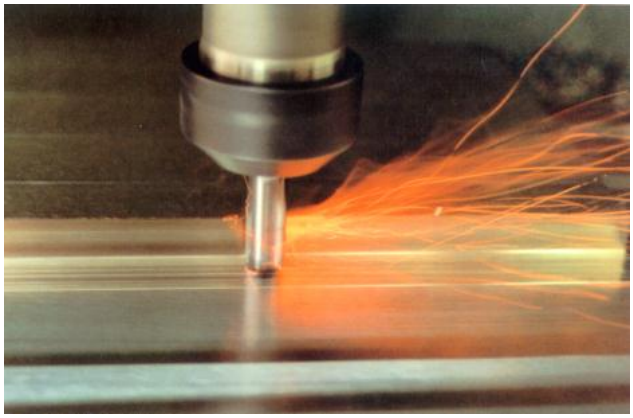
vysokou řeznou rychlostí v_c

řádově vyšší rychlostí posuvu v_f

vyspělým CAD/CAM systém

„super" řeznými materiály

nasazením „HSC strojů"



Vysvětlení některých pojmů

HSM (*High Speed Machining)* - vysokorychlostní obrábění (snížení výrobních časů až o 90 %, nákladů 50 % a sílu řezání o 30 %)

HSC - *High Speed Cutting* - obrábění vysokými řeznými v_c a řádově vyššími v_f

HVC - *High Volume Cutting* - velké objemy úběru

Dry Machining - bez procesního média

Hard Machining - nahrazení broušení

High Force Cutting - hrubování

Parametry HSC strojů a nástroje

otáčky 10 000 - 80 000 min^{-1}

výkony 15 - 80 kW

rychloposuvy 90 - 120 $m.min^{-1}$

posuvy 10 - 40 $m.min^{-1}$

víceosé simultánně řízené OC

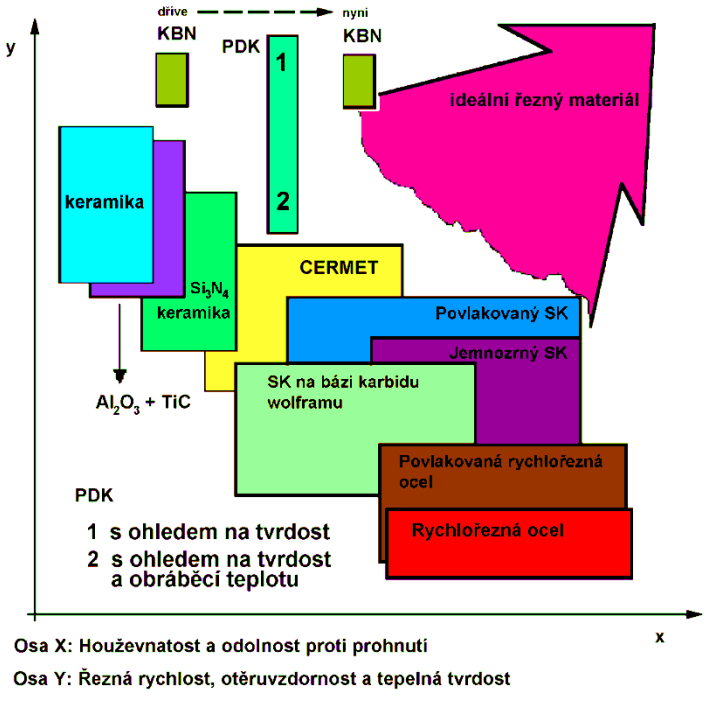
„super tvrdé“ řezné materiály na bázi PKD a KBN

řezná keramika, cermety

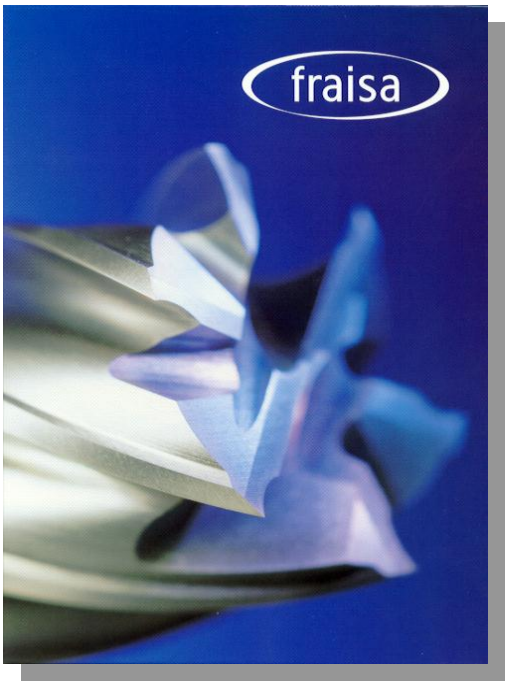
povlakované rychlořezné oceli

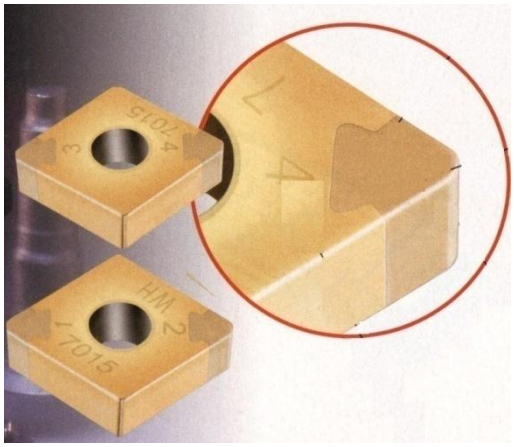
houževnaté slinuté karbidy

Ideální řezný materiál

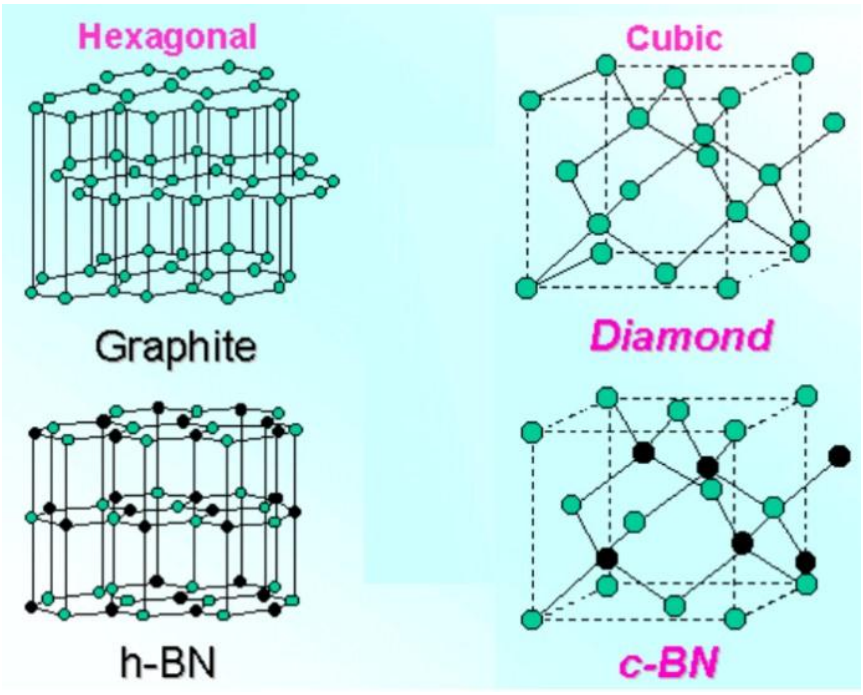


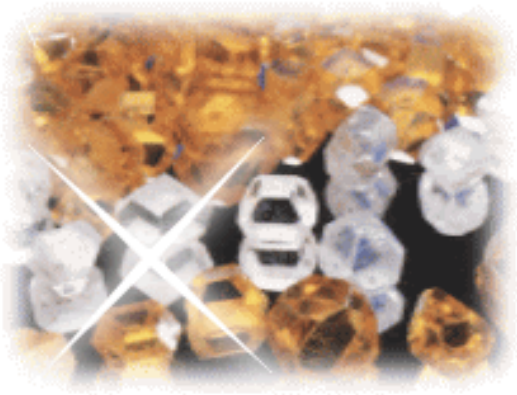
Fräswerkzeuge

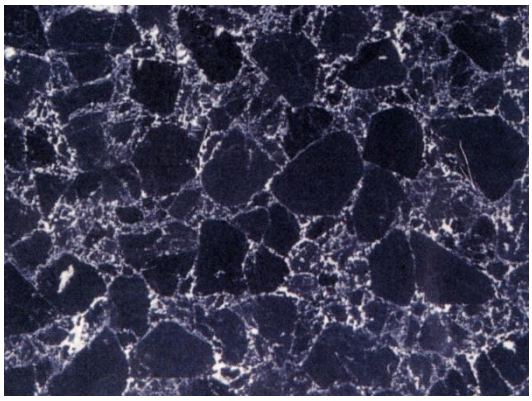




Modifikace diamantu a nitridu bóru







Integrita povrchu a charakteristické veličiny

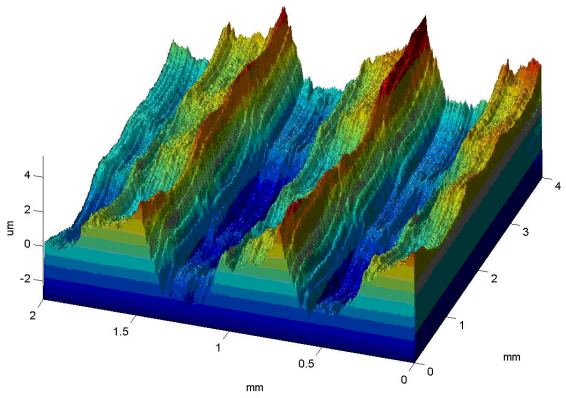
KVALITA OBROBKU ZÁVISÍ NA:

tvarové a rozměrové přesnosti

interních vlastnostech

metalurgickém zpracování

způsobu obrobení povrchu



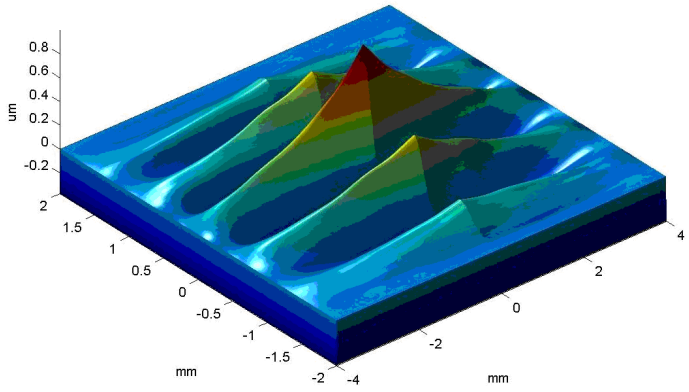
INTEGRITA POVRCHU:

topografie povrchu „3D drsnost“

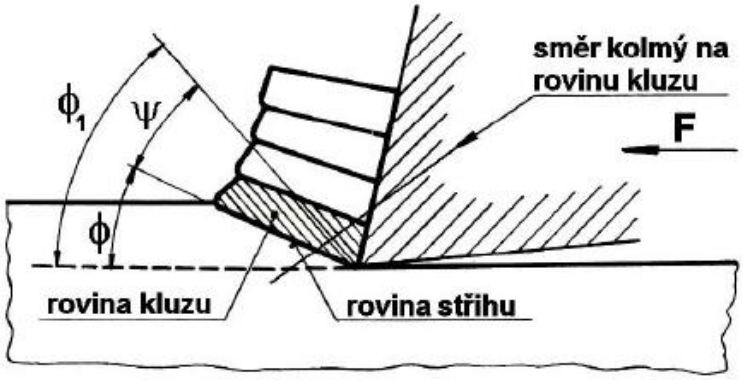
strukturní změny

hloubka a charakter zpevnění

smysl, velikost a průběh pnutí



Vznik třísky a její tvarování



- v oblasti tvorby třísky dochází k pružným a plastickým deformacím
- pružné deformace zasahují celý obrobek, plastické pouze zónu řezání
- smyková napětí rostou v kluzných rovinách pod úhlem Φ_1
- pěchování vznikající třísky roste až do jejího oddělení

Tvorba třísky v podmínkách klasického obrábění

v rovině střihu dochází k mechanickému zpevnění

zpevněný materiál klade větší odpor

narůstá úhel roviny střihu (a tím prostor zasažený PPD)

zvyšuje se průřez třísky (roste *K, klesá* v_t)

zvětšuje se kontaktní zóna třísky s plochou čela

(za těchto podmínek se nedají obrábět tvrdé materiály)

Tvorba třísky v podmínkách HSC

s rostoucí v_e se oblast PPD v zóně tvořící se třísky výrazně zmenšuje

ke vzniku třísky dochází plastickým skluzem v jediné rovině, v tzv. rovině střihu

při určité v_f se náhlé změní fyzikální a chemické vlastnosti třísky

transformace v rovině střihu probíhá za vysoké teploty

změknutí třísky minimalizuje součinitel tření (f=tg φ)

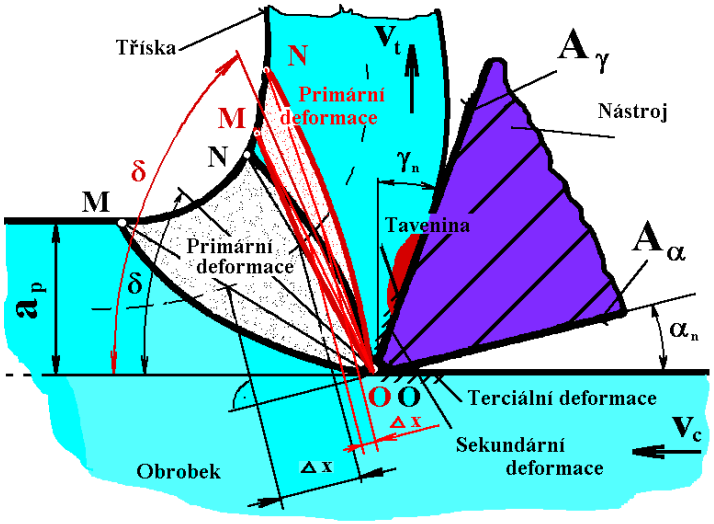
dochází k eliminaci vlivu normálové složky síly F_N

klesne celkový řezný odpor i třecí složka síly F_t,

zmenší se intenzita opotřebení čela nástroje

zvětší se úhel střižné roviny δ a minimalizuje tření φ

Deformační zóny „klasického a HSC obrábění“



Aspekty „HSC“ obrábění

ZVÝŠENÍ RYCHLOSTI OBRÁBĚNÍ

-NÁSTROJ

vysoká tepelná odolnost

vysoká otěruvzdornost

ZVÝŠENÍ TEPLOTY V ZÓNĚ ŘEZÁNÍ

-OBRÁBĚNÍ

úbytek síly řezání

zvýšení úběru za čas

odvod tepla třískou

ZMĚNA TVORBY TŘÍSKY

-OBROBEK

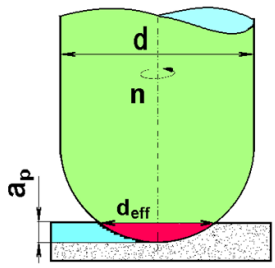
nižší ohřev obrobku

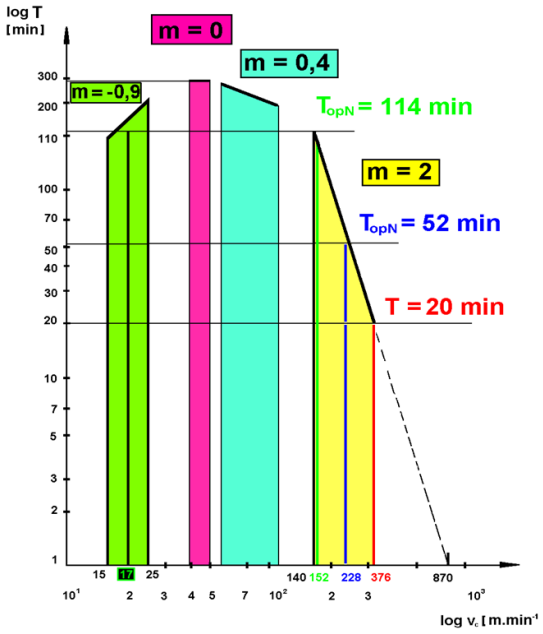
zvýšená rozměrová přesnost

vyšší kvalita povrchu

Závislosti trvanlivosti břitu na v_c

$$d_{eff} = 2 . \sqrt{d . a_p - a_p^2}$$

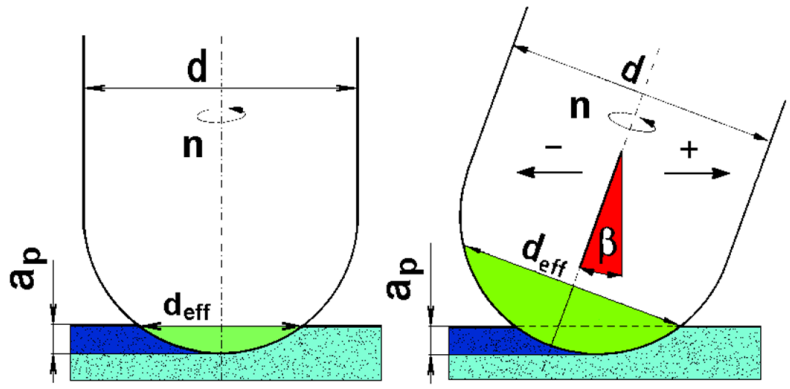




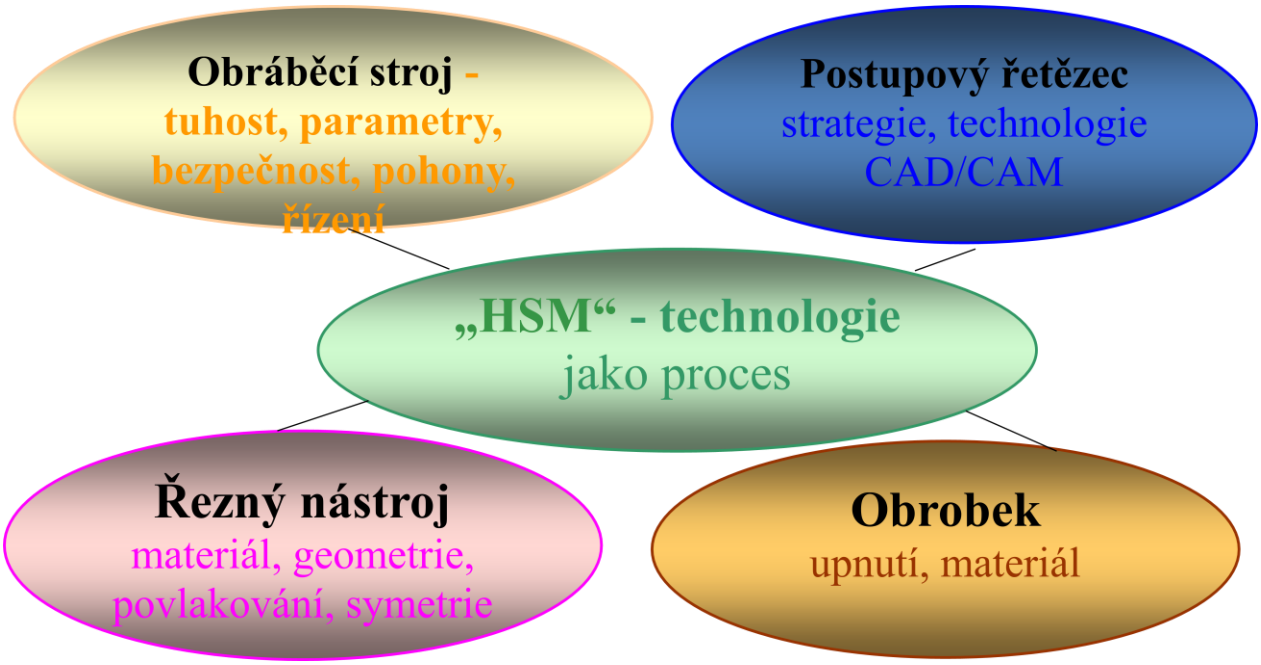
Závislost efektivního průměru frézy na úhlu náklonu

$$d_{eff} = d \,.\, \sin\left[\beta \pm arc\cos\left(\frac{d - 2\,a_p}{d}\right)\right]$$

$$v_{c,eff} = \frac{\pi \,.\, n \,.\, d}{1000} \sin\left[\beta \pm arc\cos\left(\frac{d - 2\,a_p}{d}\right)\right]$$



Požadavky na související činnosti



Shrnutí požadavků „HSM“

ŘEZNÝ MATERIÁL

odolný proti opotřebení, teplotně stabilní, houževnatý, vhodný povlak

OBRÁBĚCÍ STROJ

Vřeteno

značný rozsah otáček, dostatečný točivý moment, speciální uložení a upnutí nástroje, vysoký počet otáček

Pohony

Vysoká rychlost posuvu, krátké doby zrychlení

Koncept

Odlehčené pohyblivé hmoty, tuhost a tlumení kmitů

Bezpečnost

Plné opláštění, zvuková izolace, odtah vzduchu

Řidicí jednotka

Krátké zpracování záznamu, velká kapacita paměti

OBROBEK

- tuhé upnutí
- konstrukce přiměřená HSC
- výběr materiálu přiměřený HSC

NÁSTROJE

- vyváženost rotačních hmot
- optimalizovaná geometrie břitu
- dostatečná tuhost
- velké komory pro třísky
- překrytí břitů

Shrnutí požadavků „HS-technologie“

POSTUPOVÝ ŘETĚZEC

znalost HSC technologie

- výkonný CAD/CAM systém
- generování frézovacích drah

OPTIMALIZOVANÁ STRATEGIE FRÉZOVÁNÍ

- sousledné frézování
- kontinuální záběr frézy

eliminace strmých změn směru

frézování dráhy paralelní spirálové

Zákonitosti „HSM“ obrábění

„skokový“ efekt při tvorbě třísky nastane v rozsahu hodnot rychlosti posuvu v_f = *15 až 30* $m.min^{-1}$

V důsledku řádového zvýšení v_f je rozdíl mezi řeznou v_c a v_e podstatný

Proto je v podmínkách „HSM “ žádoucí tento rozdíl respektovat a místo řezné rychlosti v_c dosazovat rychlost řezání v_e

Vědecký přínos pro rozvoj v oboru

- řádově zvýšená v_f snižuje nárůst průřezu třísky v P_f
- součinitel pěchování třísky K se přibližuje k 1
- zvyšuje rychlost odchodu třísly v_t

$$v_d = \left[\cot g\ \delta + tg\ (\delta - \gamma_n)\right].\frac{v_e}{\Delta x}$$

- vysoká v_e způsobuje řádové zmenšení prostoru PPD
- urychluje deformační proces
- snižuje velikost II. a III. PD - strategie přidělení pohybů NS a OS
- optimální průřez odebírané třísky je čtvercový
- optimální odebíraný objem třísky je kubický (platí pro přerušovaný řez)

$a_p = a_e$ $\qquad$ $a_p = a_e = f_z$

- HSM významně spoří energetické zdroje
- ekologický přínos („suché obrábění“)
- zkracuje strojní časy a výrobní náklady
- zpřesňuje výrobu a zvyšuje kvalitu povrchu

TU V LIBERCI - PREZENTACE KATEDRY OBRÁBĚNÍ A MONTÁŽE

Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.

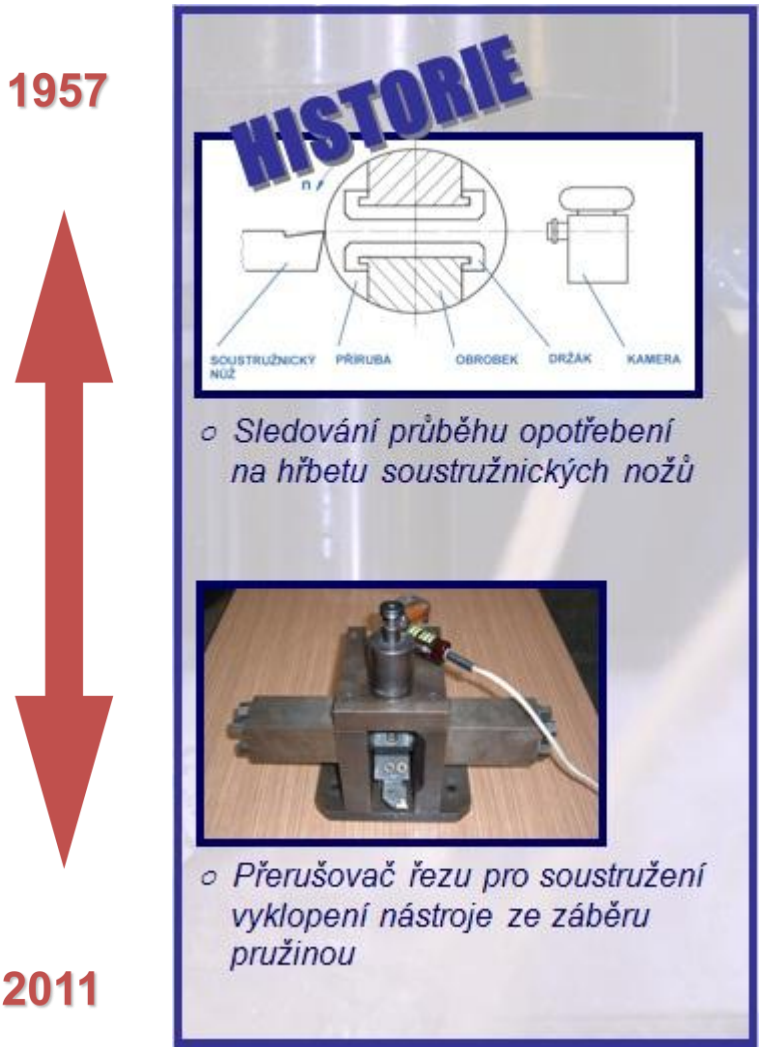
stepanka.dvorackova@centrum.cz, tel.: +420 485 353 369**,** www.tul.cz

Technická univerzita v Liberci, Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1

PROFIL VÝZKUMU

- zkoumání procesu opotřebení řezných nástrojů,
  - zkonstruovány a vyrobeny unikátní přerušovače řezu,
- výzkum rozměrových vazeb u závitových profilů,
  - systematická spolupráce s TU Dresden při tvorbě státních norem,
- výzkum tvorby třísky a energetických poměrů při obrábění,
  - navrženy a realizovány přerušovače řezu a originální dynamometry pro měření řezných sil při různých způsobech obrábění,
- víceparametrické monitorování procesu obrábění,
  - monitorování obrábění nástroji s definovanou a nedefinovanou geometrií břitu (využití akustické emise, výzkum inteligentních řezných nástrojů),
- studium povrchové integrity,
  - je zkoumána povrchová vrstva exponovaných strojních součástí ovlivňující jejich vlastnosti a

životnost.



LABORATOŘE a specializované pracoviště KATEDRY

Katedra se zabývá:

teoretickými aspekty obrábění a jejich aplikací při optimalizaci řezného procesu

z hlediska: řezného nástroje, obráběného materiálu a řezných podmínek zejména při soustružení, frézování a broušení.

VÝZKUM je orientován na:

- obráběcí nástroje a procesy z hlediska obrobitelnosti,
- optimalizace,
- využití tzv. inteligentního řezného nástroje,
- monitorování pomocí akustické emise i eliminaci využívání procesních kapalin

zatěžujících životní prostředí.

- hodnocení technologických charakteristik a spolehlivosti řezných nástrojů,
- hodnocení technologických charakteristik procesních kapalin,
- určování řezných podmínek a jejich optimalizace z hlediska řezného nástroje a obráběného materiálu,
- hodnocení utváření třísky při standardním i HSC obrábění,
- určování řezivosti brousicích kotoučů a obrobitelnosti broušením,
- projektování montážních procesů a systémů,
- analyzování a optimalizace pracovních procesů,
- měření a hodnocení drsnosti povrchu u strojních součástí,
- měření délek a úhlů,
- hodnocení povrchové integrity strojních součástí.

VYBRANÉ MĚŘICÍ SYSTÉMY

Laboratorní profilometr MITUTOYO SURFTEST 2000

● měření drsnosti povrchu dotekovou metodou,

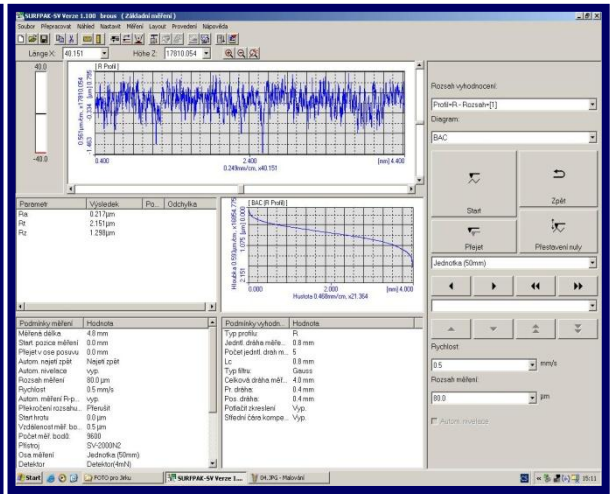
● měření podle norem ISO, DIN a JIS,

● vyhodnocovací software Surfpak.

● indukční měřicí systém:

- měří soubor výškových a délkových parametrů drsnosti povrchu,

- vyšetřuje 26 parametrů drsnosti povrchu a křivku materiálového podílu.



Vlevo - Laboratorní profilometr , Vpravo - Příklad protokolu z měření

Digitální analyzátor Barkhausenova šumu ROLLSCAN 300

● navržen pro kontrolu kvality povrchu a podpovrchových vad,

- měřené strojní součásti musí být feromagnetické,

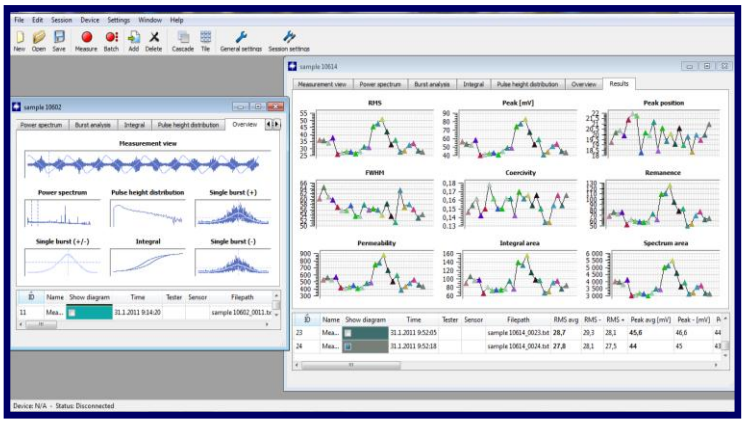
- vyhodnocuje změny související s:

  a) zbytkovým napětím,

  b) tvrdostí,

- kontrola je nedestruktivní a velmi rychlá.

Měření s přístrojem Rollscan 300 se softwarem MicroScan



Příklad protokolu z měření

LABORATOŘ STRUKTURNÍ RENTGENOGRAFIE

LABORATOŘ se zabývá:

aplikacemi rentgenové difrakce v materiálovém výzkumu a strojírenské technologii.

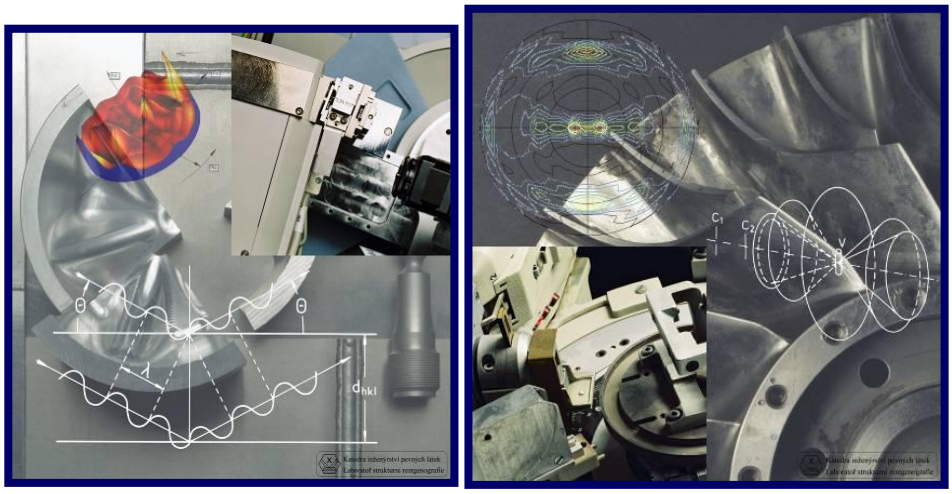
VÝZKUM je orientován na:

● metodický a aplikovaný výzkum v oboru difrakčního stanovení zbytkových napětí po různých technologiích povrchového opracování

● studium vybraných parametrů povrchové integrity, jako jsou makroskopická a mikroskopická napjatost a změny fázového složení po technologickém opracování ocelí a slitin na bázi

Al, Ni, Co, Zr a pokročilé konstrukční keramiky,

● plazmově nanesené oxidické, keramické aj. tenké vrstvy se strukturním a funkčním gradientem.



Difraktometr X'Pert PRO MPD (PANalytical)

● zařízení s vysoce účinným pozičně citlivým detektorem *X'Cellerator* s CrKα, CoKα a CuKα zářením,

● využití pro difrakční výzkum reálné struktury:

a) homog. polykrystalických vzorků,

b) studium tenkých vrstev a laboratorních vlastností analyzovaných objektů.

Automatizované ω-goniometry SIEMENS F s CrKα a CoKα zářením

Difraktometr X'Pert PRO MPD doplněný o systém vyvinutý v laboratoři k polohování měřených vzorků pomocí triangulačního laserového senzoru

RTG difrakční zařízení s plošnou detekcí difrakčních obrazců SEIFERT ID 3003

● zařízení kde se místo tradičního rentgenového filmu

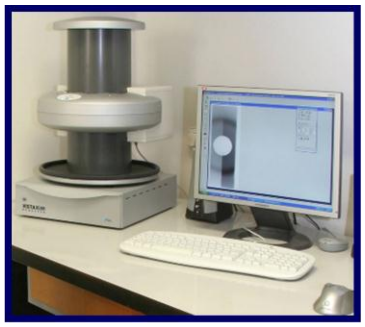
používá moderní dvoudimenzionální pevnolátkový detektor – paměťová fólie.

LUCIA-S

● softwarový systém pro vyhodnocování obrazu a analýzu rentgenogramů

LectroPol 5

● mikroprocesorem řízený přístroj pro definované postupné elektrolytické odnímání povrchových vrstev nezbytný pro studium hloubkových průběhů strukturně citlivých charakteristik.



○ *Softwarové zpracování obrazu*

○ *Přístroj LectroPol 5*
pro definované postupné
elektrolytické odnímání vrstev

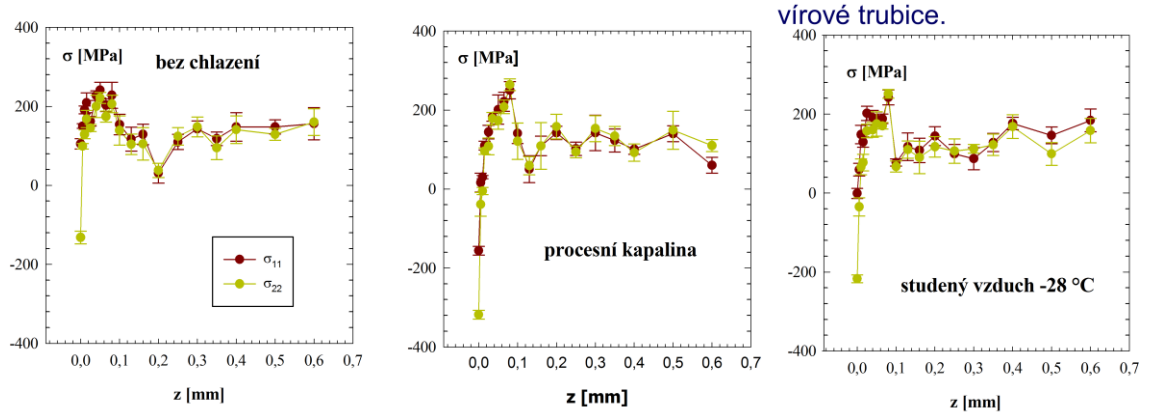
Vliv způsobu chlazení na zbytková napětí v povrchové vrstvě broušených součástí

- zkušební vzorky o rozměrech byly připraveny z konstrukční oceli 14 220,
- při broušení byly použity tři různé způsoby odvodu tepla z místa řezání:

a) bez použití procesního média,

b) procesní kapalinou Cimtech A31F,

c) studeným vzduchem o teplotě - 28 °C z Ranqueovy - Hilschovy vírové trubice.



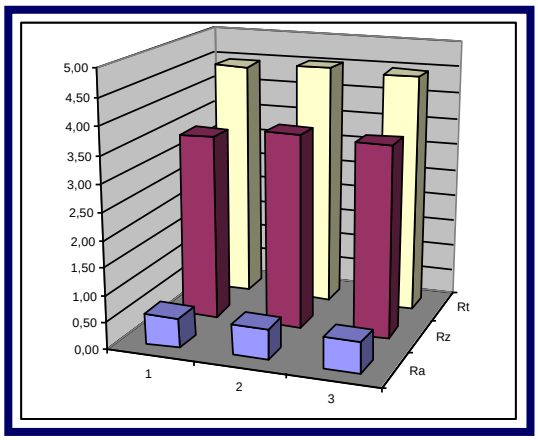
Hloubkové profily zbytkových napětí (zbytkové napětí měřeno na FJFI ČVUT Praha)

Integrita povrchu (IP) jako nástroj pro zvyšování užitných vlastností součástí vyráběných na strojích TOS VARNSDORF a.s.

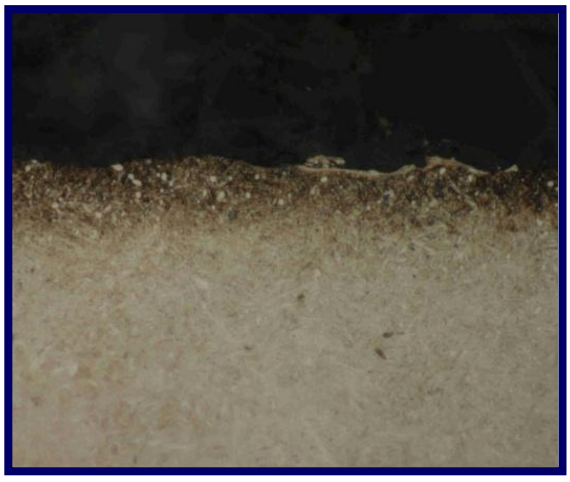
projekt MPO FT-TA4/105

Výzkum povrchové vrstvy exponovaných strojních součástí:

- hodnocení mikrogeometrie obráběného povrchu, stupně a hloubky zpevnění povrchové vrstvy a strukturních i fázových změn,
- cílem bylo u vybraných strojních součástí stanovit velikost a gradient ovlivnění povrchové vrstvy součástí a následně pak optimalizovat negativní konstrukční a technologické prvky.



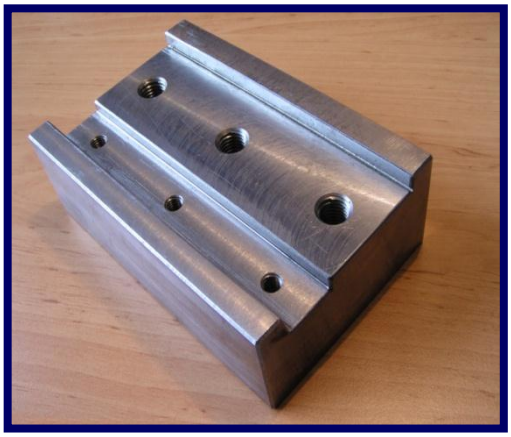
Základní parametry drsnosti povrchu v různých obl. na povrchu součásti



Struktura povrchu s patrnou tenkou zakalenou vrstvou (červeně označ.), níže tepelně ovlivněný pás po broušení.

Příklad 1: Parametry drsnosti povrchu u tří různých tvarových loží

Lože frézované

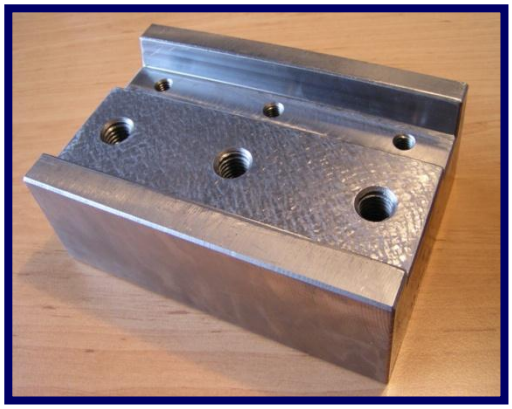


- materiál :	11 375 . 0					
- finální tepelné zprac. :	bez tepelného zpracování					
- obrábění :	fréza WALTER F 4080 B40. 125DC.Z 08.04 *125					
	čelní frézování - VBD: ODHT 0605 ZZN-F57-WKP35					
- řezné podmínky :		nahrubo	načisto			
	v_c	157	157	$m . s^{-1}$		
	v_f	320	160	$mm . min^{-1}$		
	a_p	3,0	0,5	mm		
	bez procesní kapaliny					
- předepsaná drsnost :	Ra	1,6	µm			

Lože broušené

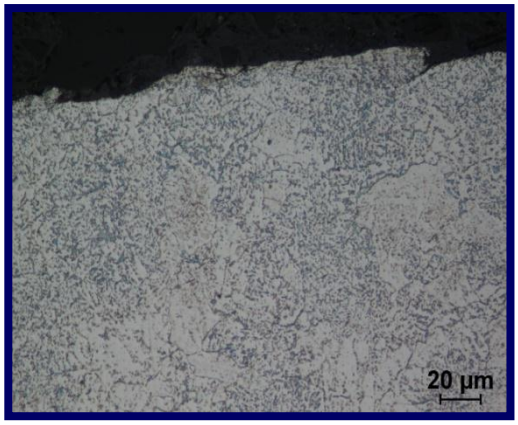
- materiál :	11 375 . 0				
- finální tepelné zprac. :	bez tepelného zpracování				
- obrábění :	brousicí kotouč 250x25x127 - 99SA3 60K9V				
	- rovinné broušení obvodem kotouče				
	- přímočarý vratný pohyb stolu				
- řezné podmínky :	v_c	40	$m . s^{-1}$		
	v_f	cca 30	$m . min^{-1}$		
	a_p	0,01	mm		
	bez procesní kapaliny				
- předepsaná drsnost :	Ra	-	µm		

Lože zaškrabávané



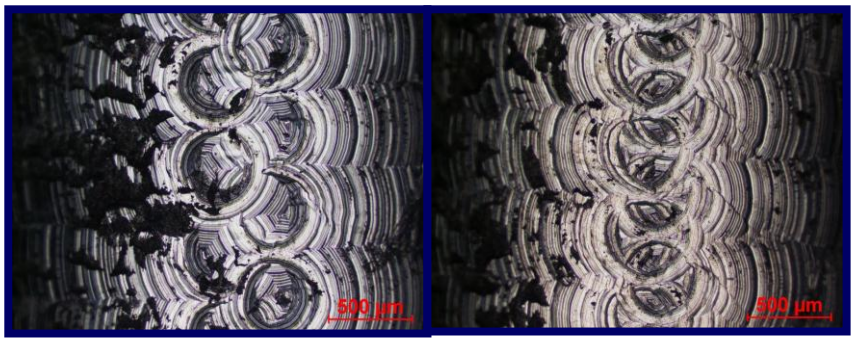
- materiál :	11 375 . 0			
- finální tepelné zprac. :	bez tepelného zpracování			
- nástroj :	broušená plocha ručně zaškrabána			
	plochým škrabákem			
- řezné podmínky :	v_c	-	m . s^{-1}	
	v_f	-	mm . min^{-1}	
	a_p	-	mm	
	bez procesní kapaliny			
- předepsaná drsnost :	Ra	-	µm	

Příklad 2: Strukturní šetření součásti - typ HŘEBEN

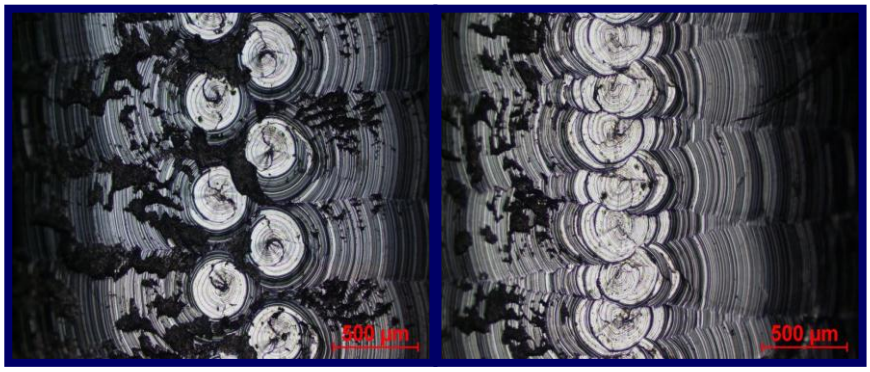


- *lokální povrchové deformace (potrhaný povrch) vlivem obrábění*

struktura odpovídá stavu po měkkém žíhání



stopy po kulové fréze na dně drážek u součásti 1 - dno drážky 1 vlevo a dno drážky 11 vpravo



stopy po kulové fréze na dně drážek u součásti 2 - dno drážky 1 vlevo a dno drážky 11 vpravo

KONTAKT

- Technická univerzita v Liberci

  Fakulta strojní

  katedra obrábění a montáže

  Studentská 2

  461 17 Liberec 1

- tel.: +420 485 353 361

  fax: +420 485 353 547

- http://www.kom.tul.cz .

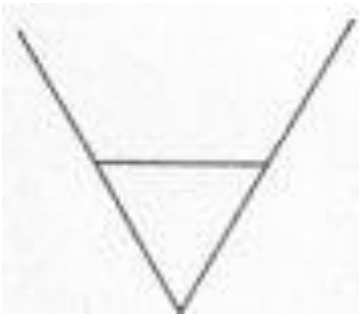
KOM - areál TUL, budova E, 3. Patro

SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY POVRCHOVÉ INTEGRITY
Z POHLEDU KATEDRY MATERIÁLU A STROJÍRENSKÉ METALURGIE

Doc. Dr. Ing. Antonín Kříž

kriz@kmm.zcu.cz, tel.: +420 377 638 329, www.kmm.zcu.cz

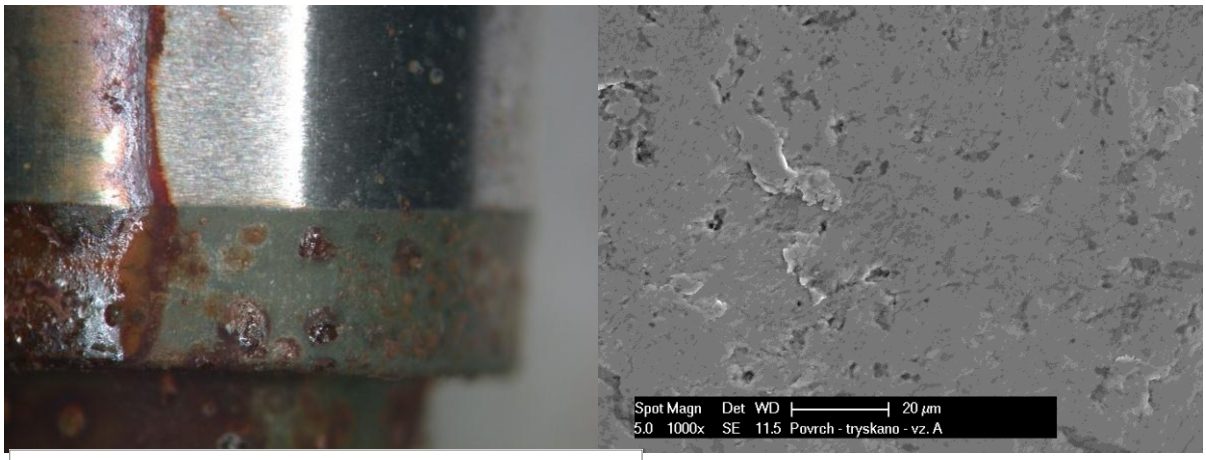
Katedra materiálu a strojírenské metalurgie, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň, Česká republika

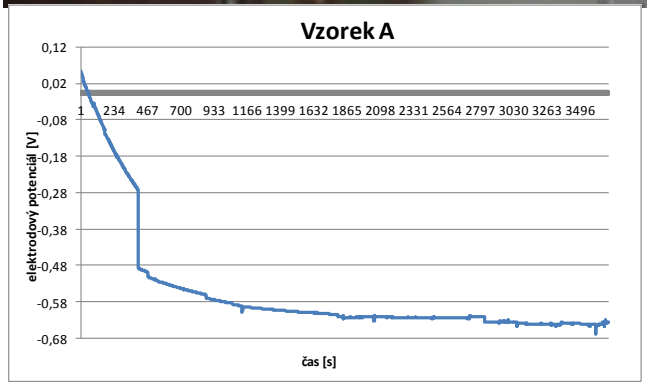


Důležitost povrchu

Když povrchu rozumíme, tak lze odvodit celou řadu souvislostí a praktických dopadů.

Finální vlastnosti výrobků jsou významně ovlivňovány vlastnostmi povrchových a podpovrchových vrstev. Objem provozních lomů v současnosti tvoří více než z 90% únavových poškození. Toto poškození má nejčastěji svoje iniciační místo na povrchu součásti.





Další důležitou vlastností související jednoznačně s povrchem je jeho korozní odolnost.

Jednotlivé zjišťované vlastnosti jsou jako jednotlivá hodinová kolečka. Když do sebe nezapadají, nedávají žádný význam a jsou zbytečná. Integrita povrchu složí tato kolečka a vytvoří z nich přesný stroj času.

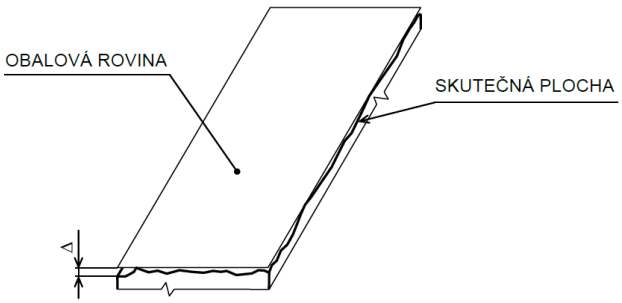
Jak se popisoval povrch před integritou?

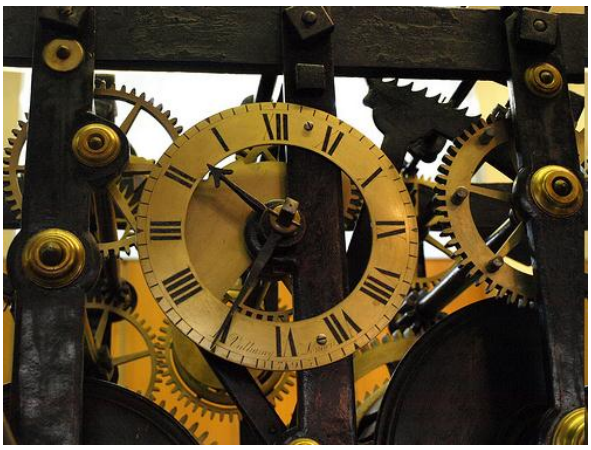
K dosažení správné a spolehlivé funkce strojírenských výrobků je nutné, aby byly rozměry, tvar a vzájemná poloha ploch jejich jednotlivých částí dodrženy s určitou přesností.

Běžným výrobním postupem nelze docílit, aby uvedené geometrické vlastnosti součásti byly dodrženy (ani změřeny) s absolutní přesností. Skutečné plochy vyrobených součástí se tak liší od ideálních ploch předepsaných na výkrese. Aby bylo možné posuzovat, předepisovat a při výrobě kontrolovat dovolenou nepřesnost, rozdělují se úchylky skutečných ploch do čtyř skupin:

- úchylky rozměrů
- úchylky tvaru
- úchylky polohy
- úchylky drsnosti povrchu

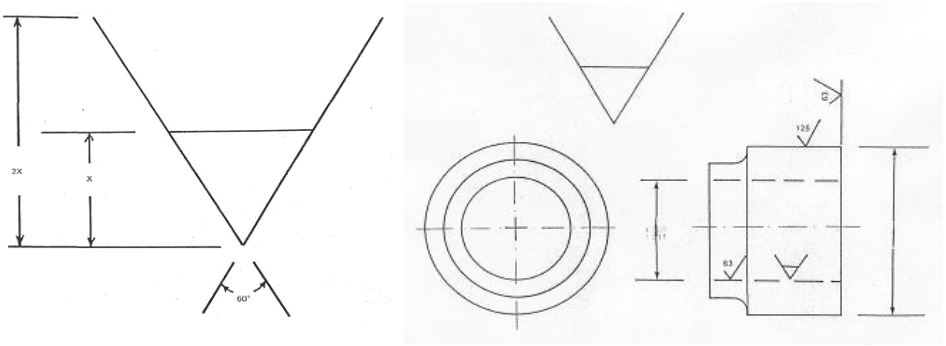
Integrita povrchu je soubor všech vlastností s vhodnou proporcionalitou!





Požadavek je, aby jednotlivé vlastnosti vytvářely celek, který poskytuje komplexní informace popisující povrch.

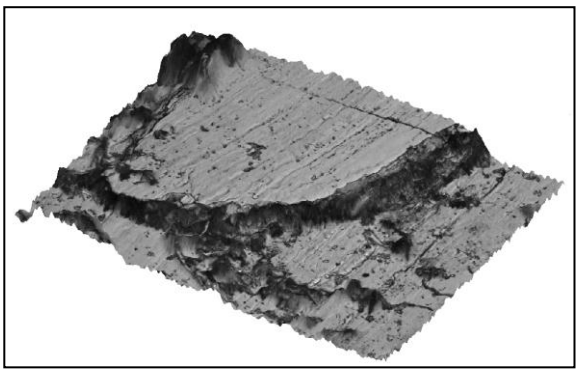
INTEGRITA POVRCHU - norma ANSI B211.1 1986

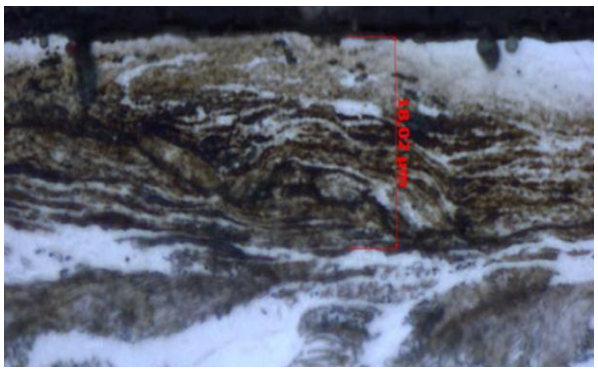


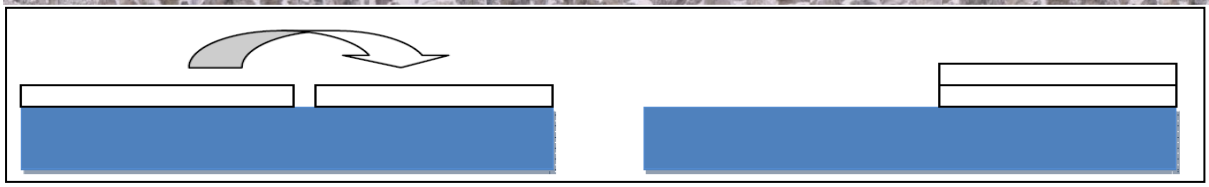
Symbol integrity povrchu

Soubor údajů vyjadřující komplexně integritu povrchu	
1. Topografie povrchu	- drsnost povrchu - kontrola existence trhlinek - kontrola řádkovací mikroskopií
2. Metalurgická kontrola povrchu	- mikrostrukturní změny - mikrotrhlinky - vměstky - mezikrystalická koroze, oxidace - průběh mikrotvrdosti
Úplný soubor údajů	
1. Základní soubor údajů 2. Velikost a průběh zbytkových napětí 3. Hodnota vysokocyklové únavy při souměrném střídavém ohybu 4. Sklon ke korozi pod napětím	

Je povrch skutečně to, za co ho pokládáme?

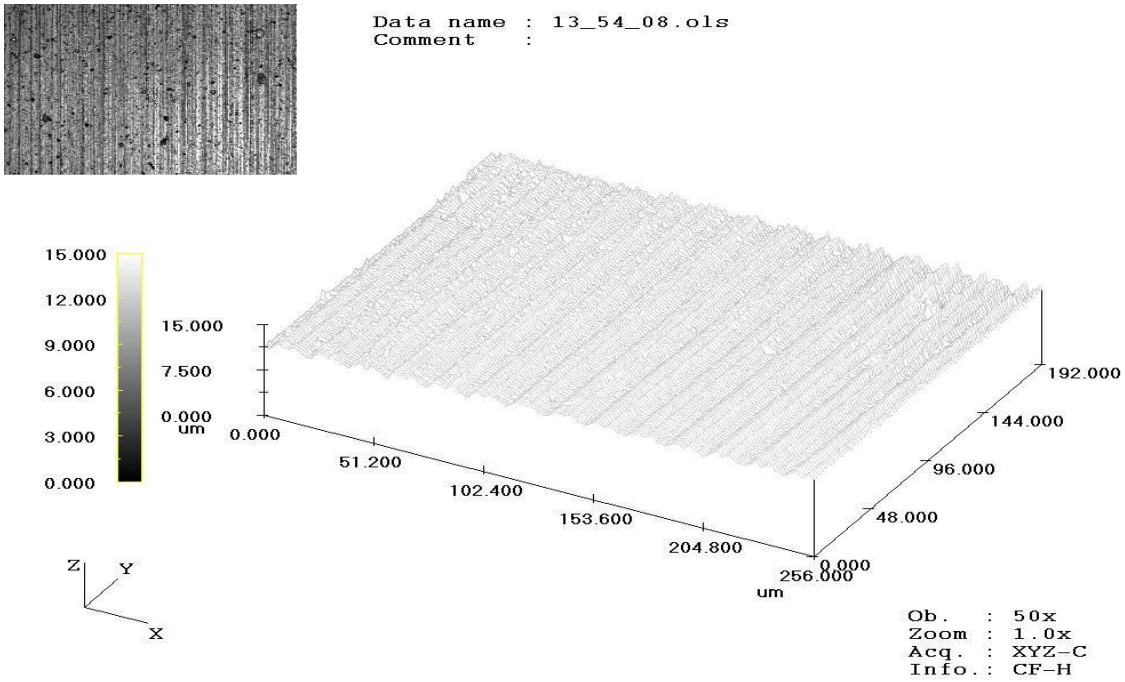






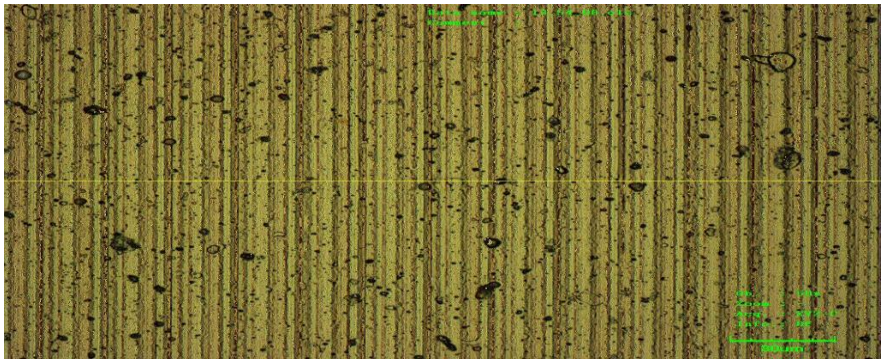
Topografie povrchu

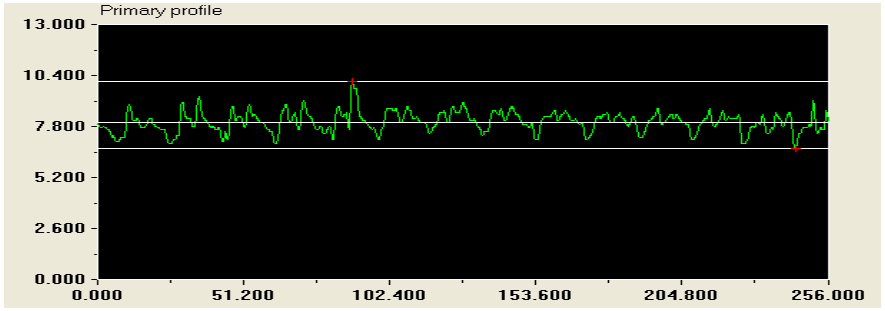
Drsnost povrchu a jeho profil

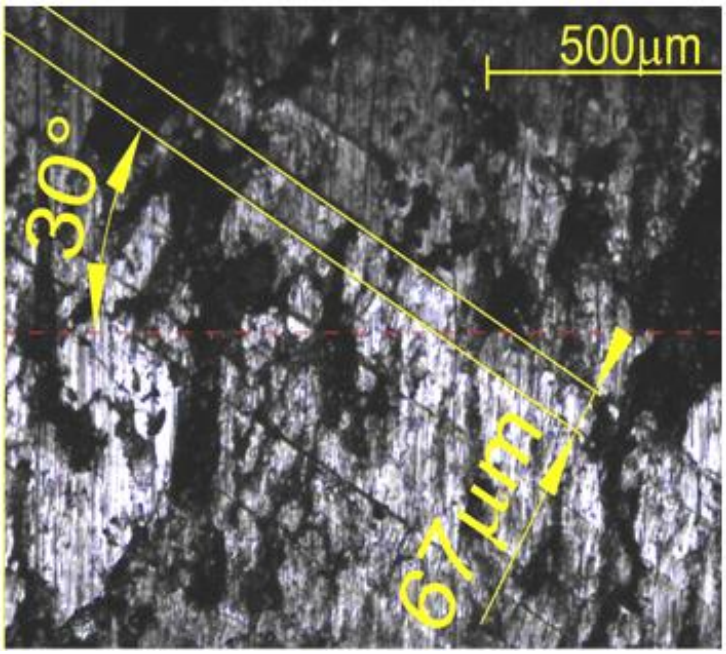


Profil v 3D náhledu

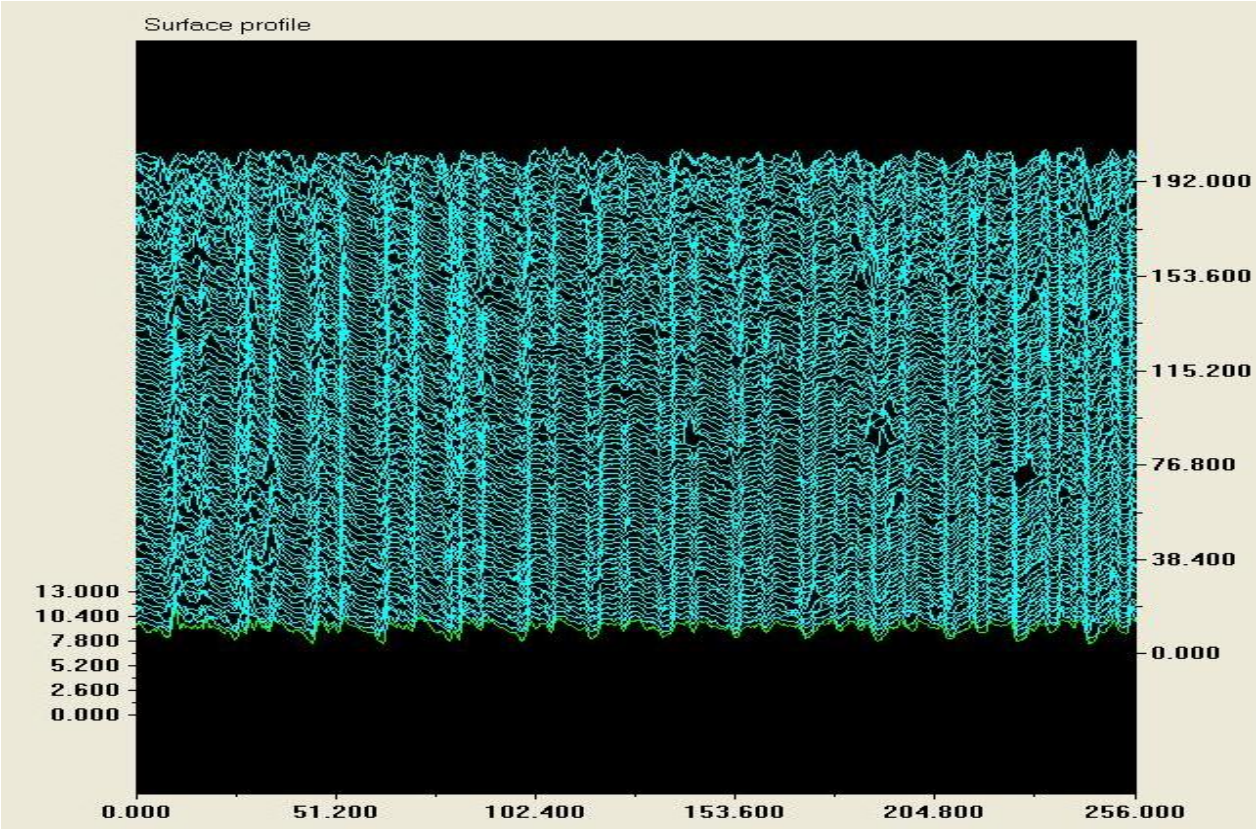
Měření drsnosti







Měření plošné drsnosti



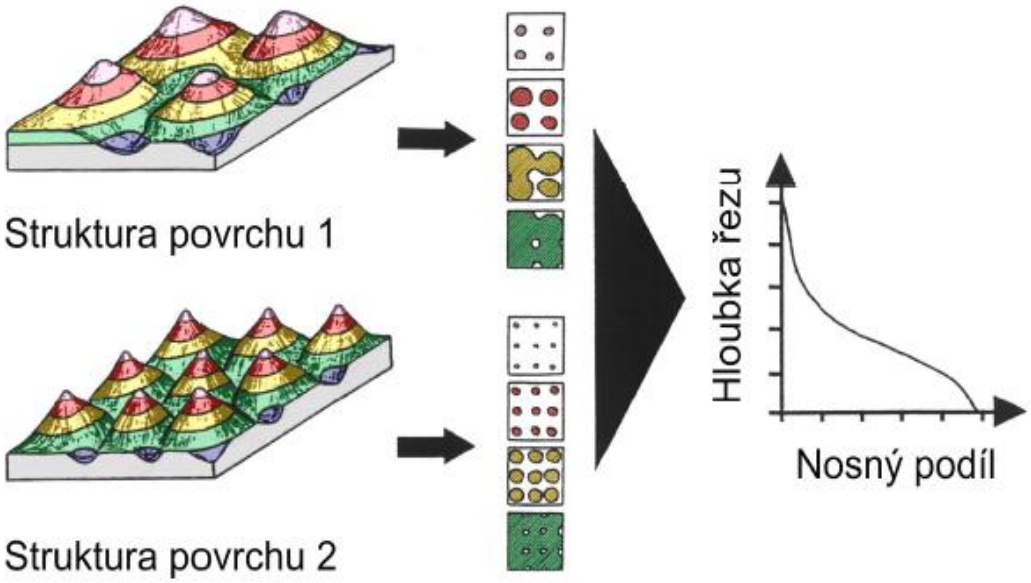
Lineární drsnost Ra 0,6 µm

Plošná drsnost SRa - 0,39µm

„Zajímat se pouze o hodnotu drsnosti Ra je jako když jedeme autem po silnici a nezajímají nás díry, ale průměrná nerovnost vozovky.“

[ústní sdělení prof. Brychty – VŠB Ostrava]

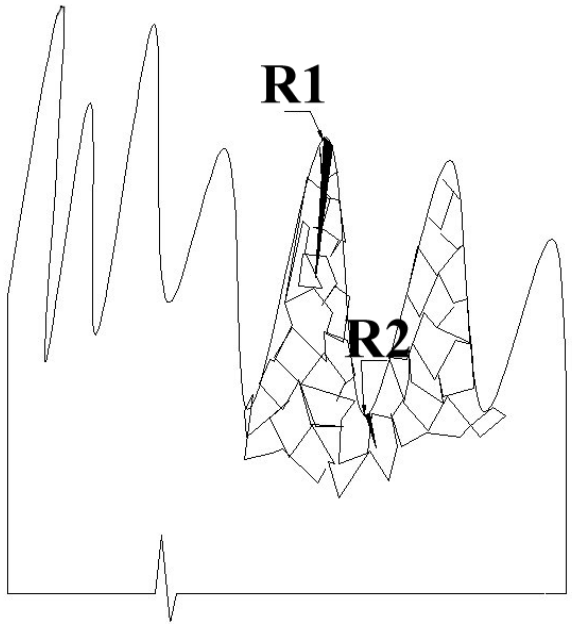
Nosná (Abbotova) křivka profilu



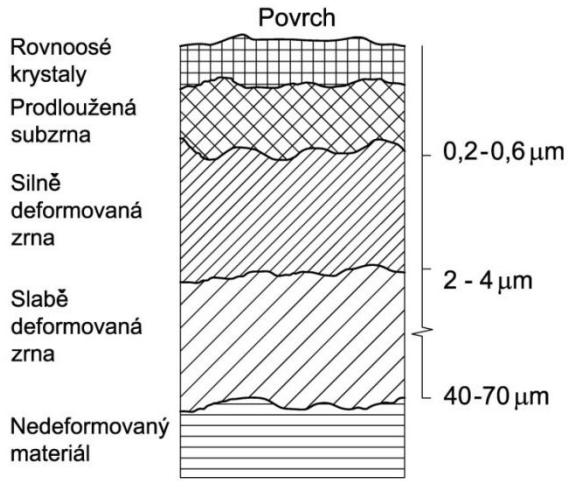
Dva odlišné povrchy se stejnou hodnotou Abbotovy křivky profilu

Profil povrchu

Víc než samotný profil povrchu je důležitější strukturní stav a přítomnost mikrotrhlin.

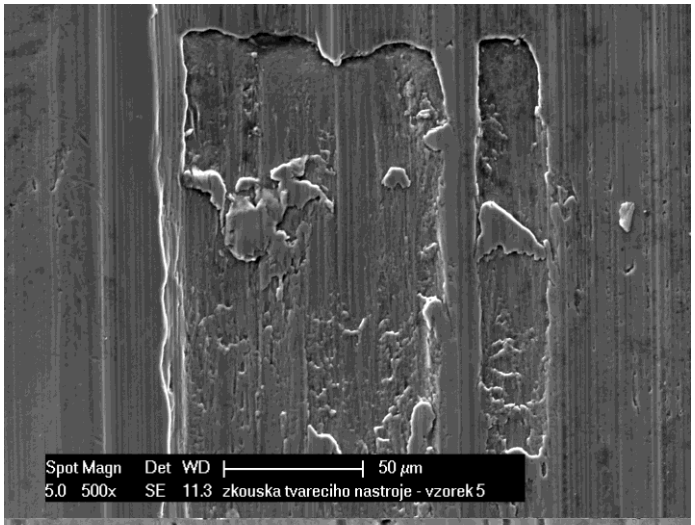


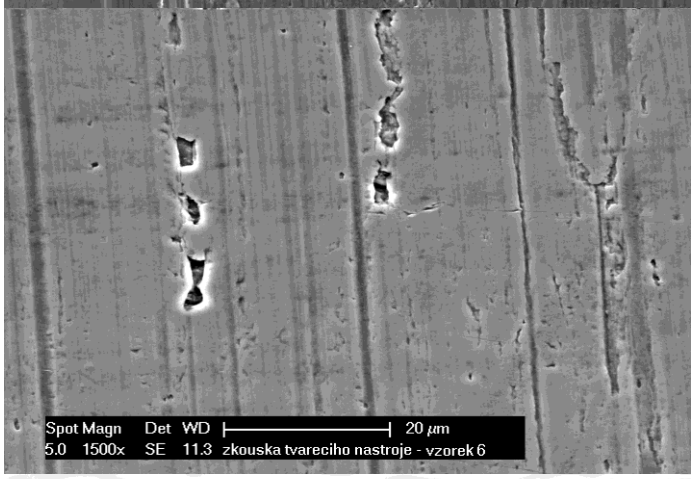
Změna struktury

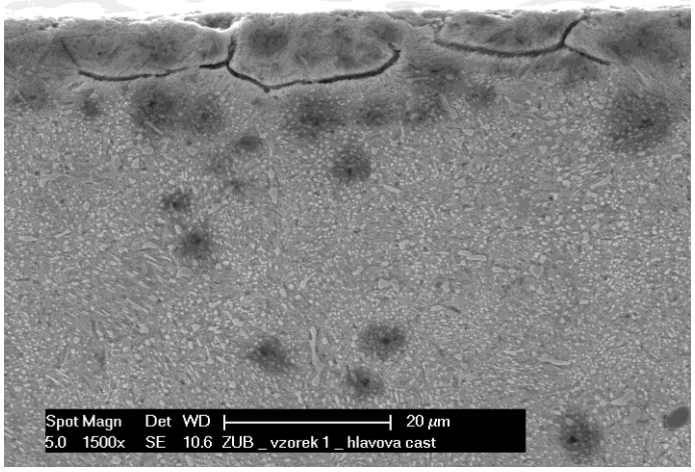


Tenčí zpevněná vrstva má po celé délce konstantní tloušťku. Vytrhávání zpevněné vrstvy je pouze lokálního charakteru. Tloušťka zpevněné vrstvy je 7,9 ± 1,4 µm.

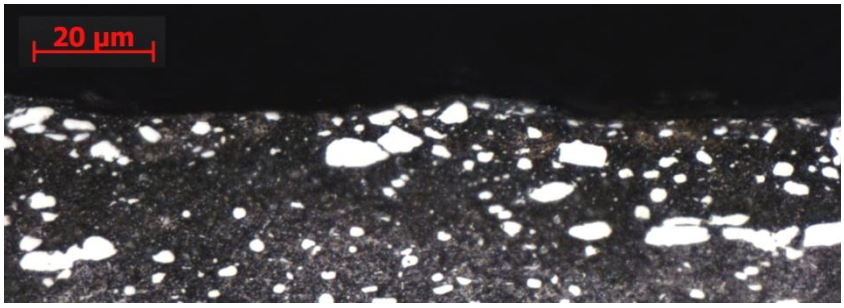
Trhliny – praskliny



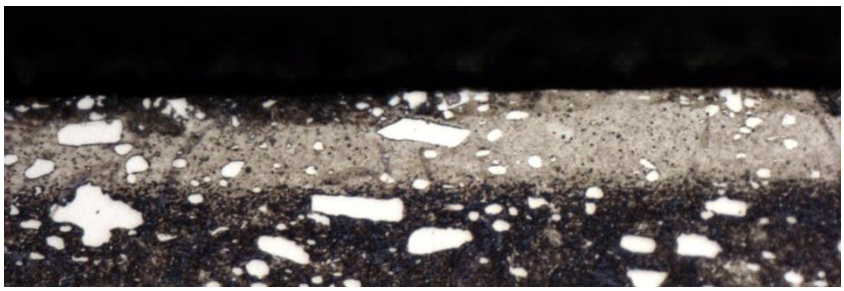




Tvrdost - mikrotvrdost

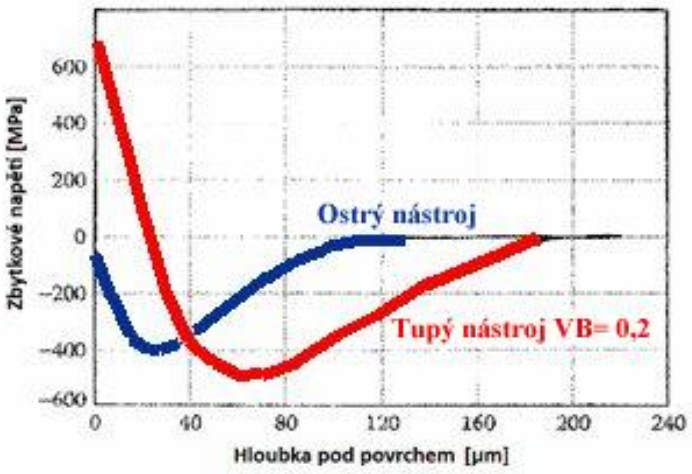


Běžný povrch – øHV0,01 =828.



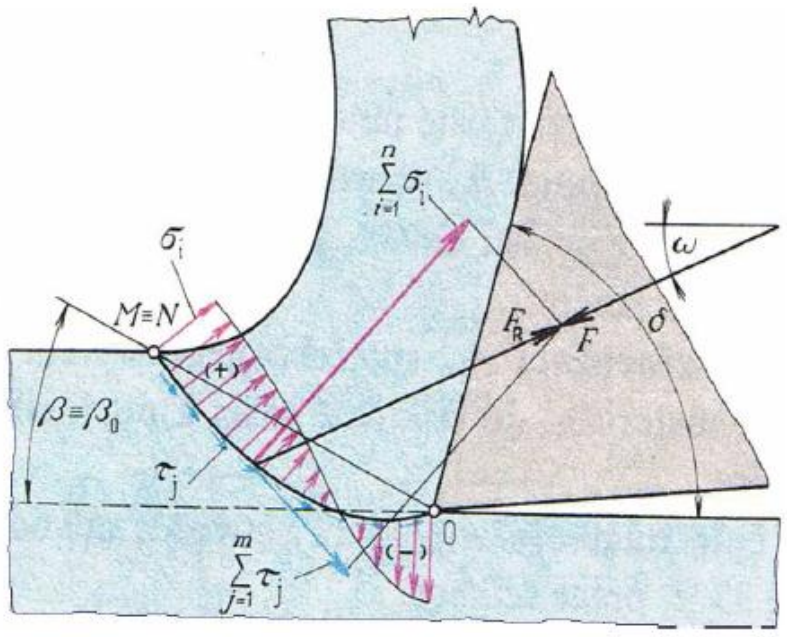
Zakalený povrch – øHV0,01 =1107.

Zbytková napětí



Rozdíly zbytkového napětí, které jsou při soustružení největší

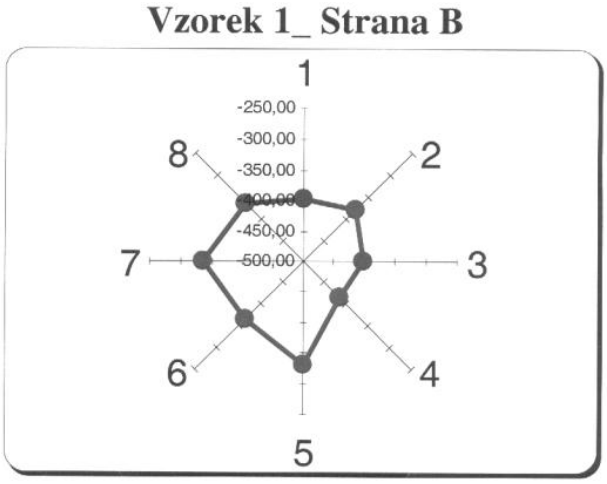
[DAVIM, J.Paulo. Surface integrity in machining. London: Springer, 2010. 215 s. ISBN 978-1-84882-873-5.]



Rozložení napětí v odřezávané vrstvě

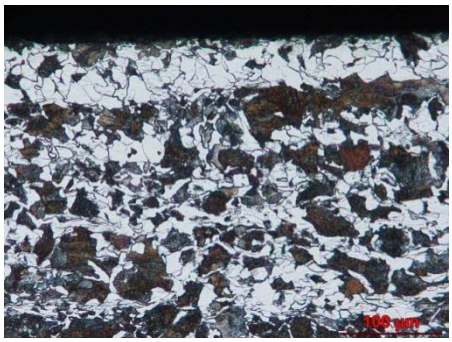
[BULÁNEK, Jiří. Teorie třískového obrábění kovů. České Budějovice, 2008. 74 s. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích]

Zbytková napětí

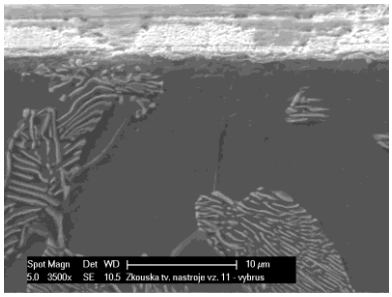


bod	1	2	3	4	5	6	7	8
σ(AK), MPa	-398	-382	-403	-415	-333	-368	-338	-367
lin W, deg	1,67	1,68	1,71	1,66	1,65	1,65	1,60	1,63

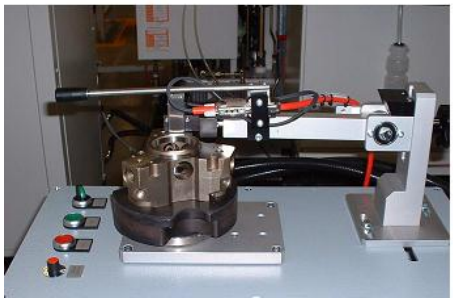
Rozložení tlakových zbytkových napětí po obvodě vyvrtaného otvoru

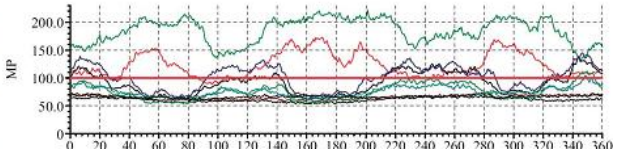


Struktura oceli C 45 je heterogenní a to se projeví zjištěných zbytkových napětích



V oblasti feritu jsou větší deformace a tím i odlišná zbytková napětí





Měření pomocí Barkhausenova šumu

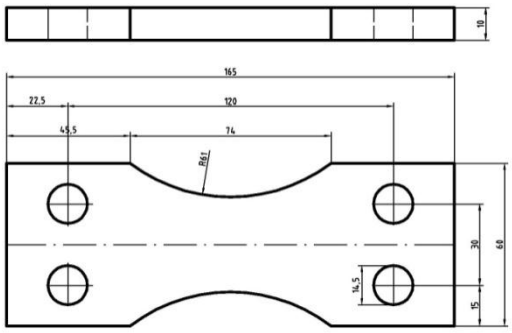
Odvrtávací metoda

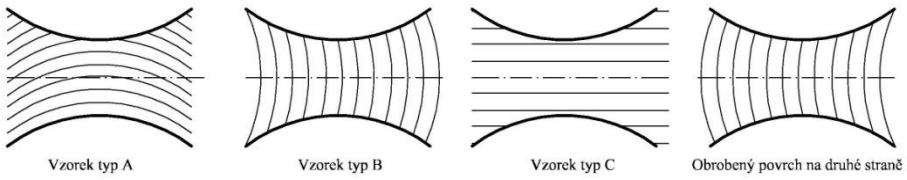
Změny fyzikálních i chemických vlastností

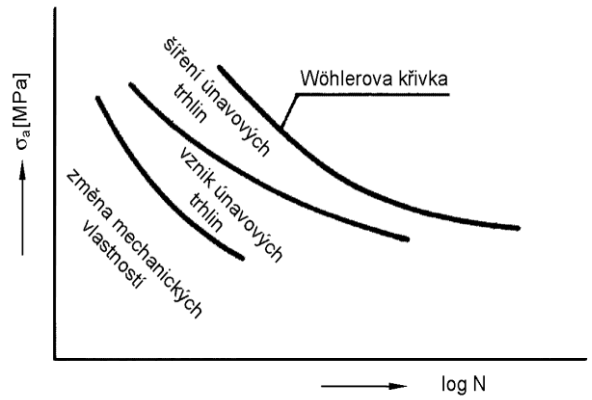
Povrch vyvrtané litiny ČSN 422420 a její korozní napadení (oblast 1 – obrobená, 4 – vyhlazená)

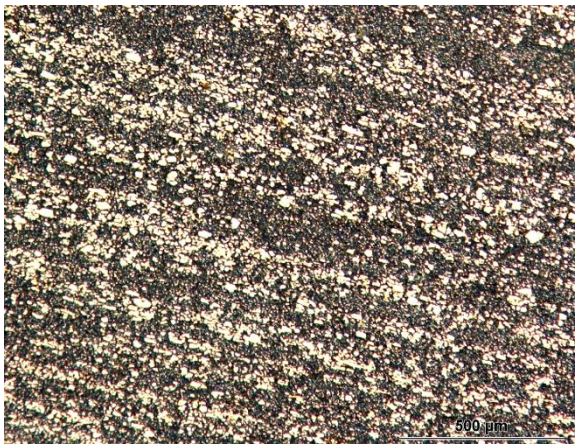
Korozní napadání otryskané oceli 1.4112

Další projevy integrity povrchu





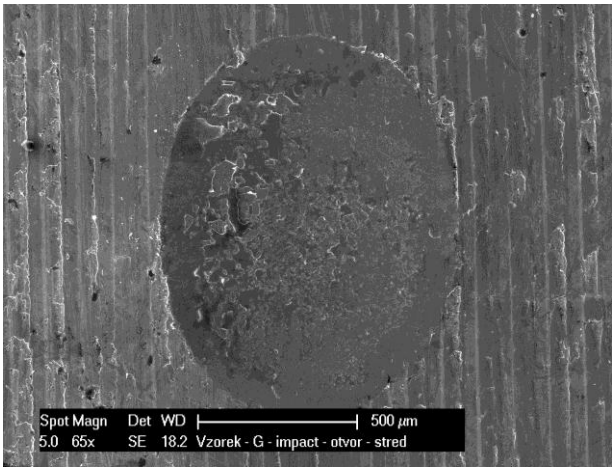


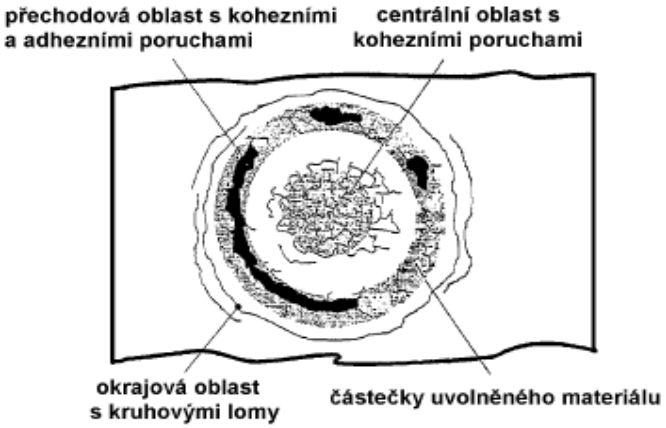


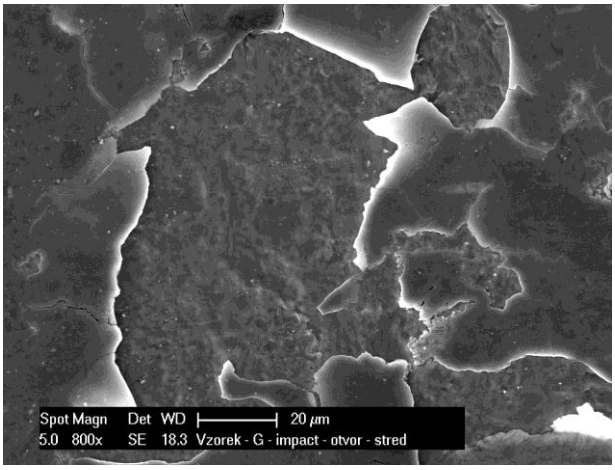
Únavové charakteristiky

Integrita povrchu a kontaktní únava

Využití Impact přístroje vlastního konstrukčního řešení

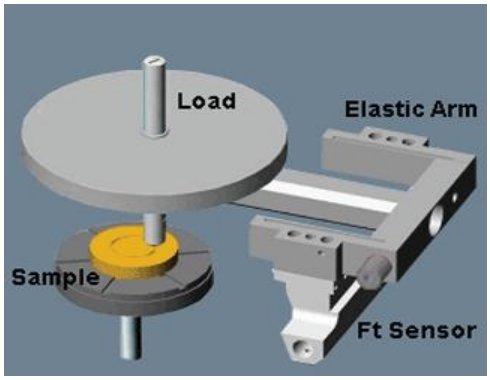


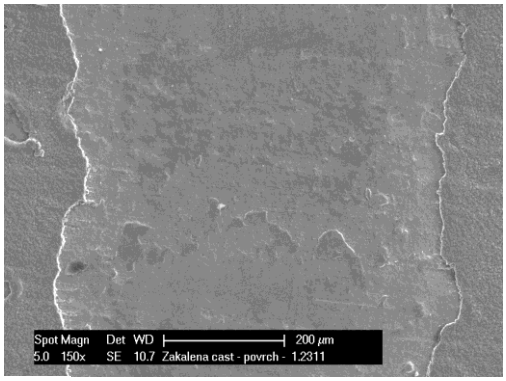


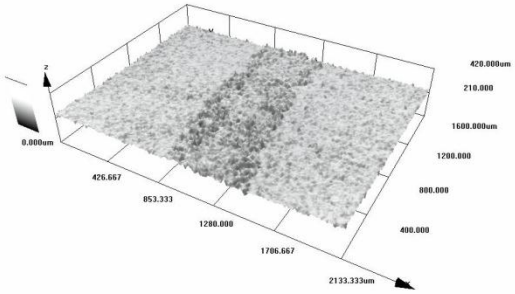


Impactovým testováním se vytvoří impact kráter, který je předmětem studia vzniklých procesů, které charakterizují materiálový i povrchový stav.

Tribologické opotřebení

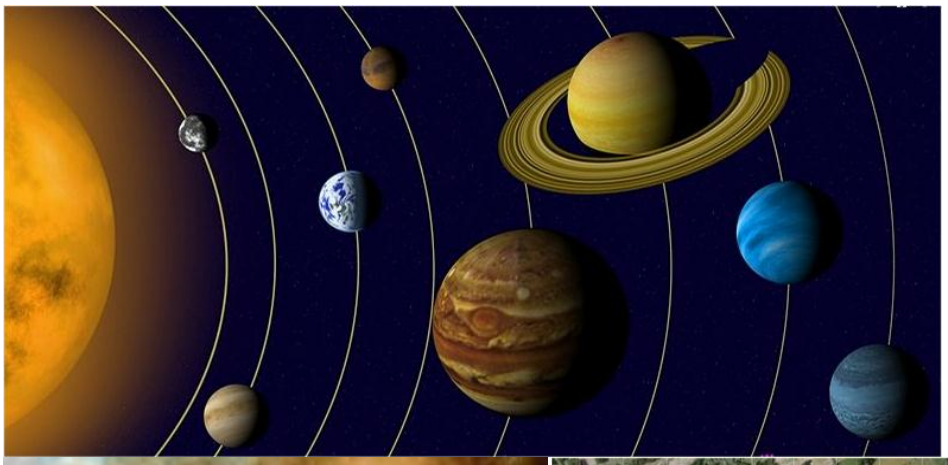


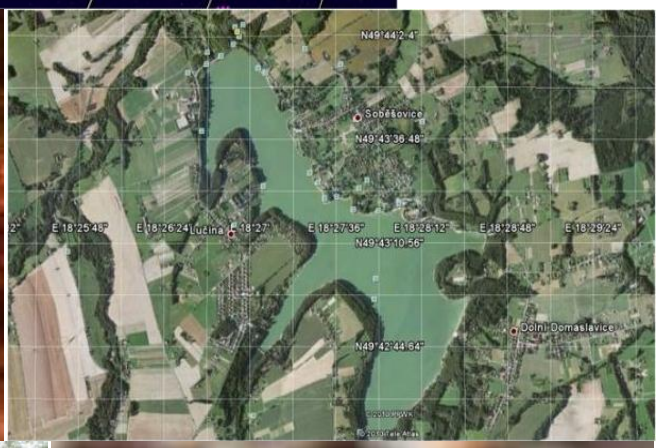


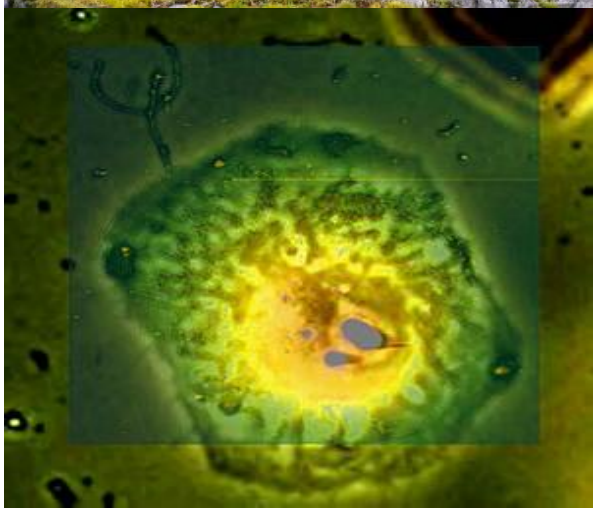


Problematika integrity povrchu spočívá v tom, že se musíme naučit posuzovat povrch jinak, než jak jsme byli zvyklí. Nevystačíme s doposud využívanými charakteristikami a veličinami, ale musíme se naučit pohlížet na povrch komplexně a v souvislostech. Pro dosažení tohoto cíle je zapotřebí vytvořit interdisciplinární týmy, které budou spolu diskutovat a budou provádět korelaci získaných poznatků.

Abychom něco viděli, musíme mít oči i mysl otevřenou!







A být připraveni se s tím, co poznáme nějak vyrovnat!

SOUČASNÝ STAV INTEGRITY POVRCHU NA KTO Z HLEDISKA BŘITU ŘEZNÉHO NÁSTROJE

Zodpovědné osoby ze ZČU:

Ing. Miroslav Zetek, Ph.D.

mzetek@kto.zcu.cz, tel.: +420 377 638 520, www.kto.zcu.cz

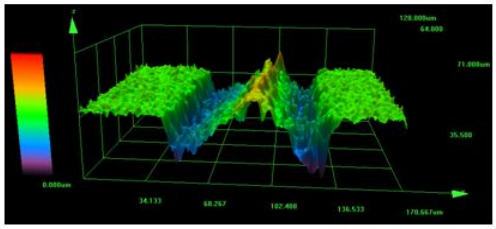
Ing. Jaroslava Fulemová

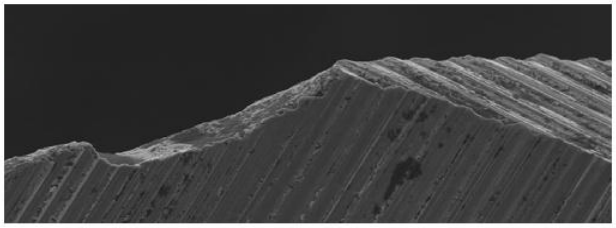
fulemova@kto.zcu.cz, tel.: +420 377 638 515, www.kto.zcu.cz

Ing. Ivana Česáková

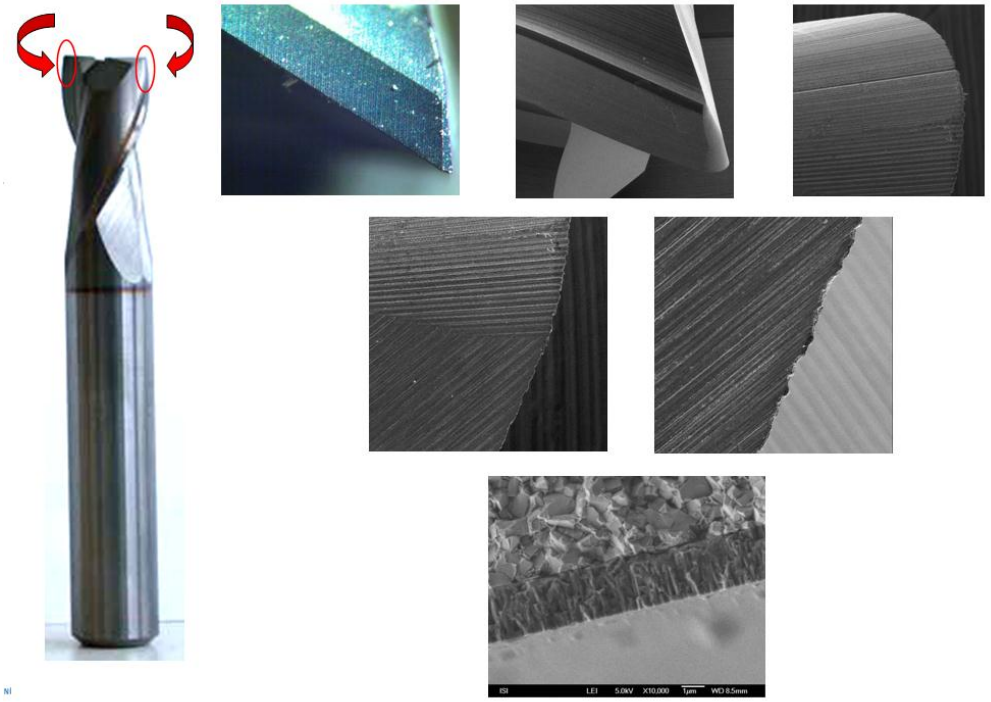
cesakova@kto.zcu.cz, tel.: +420 377 638 527, www.kto.zcu.cz

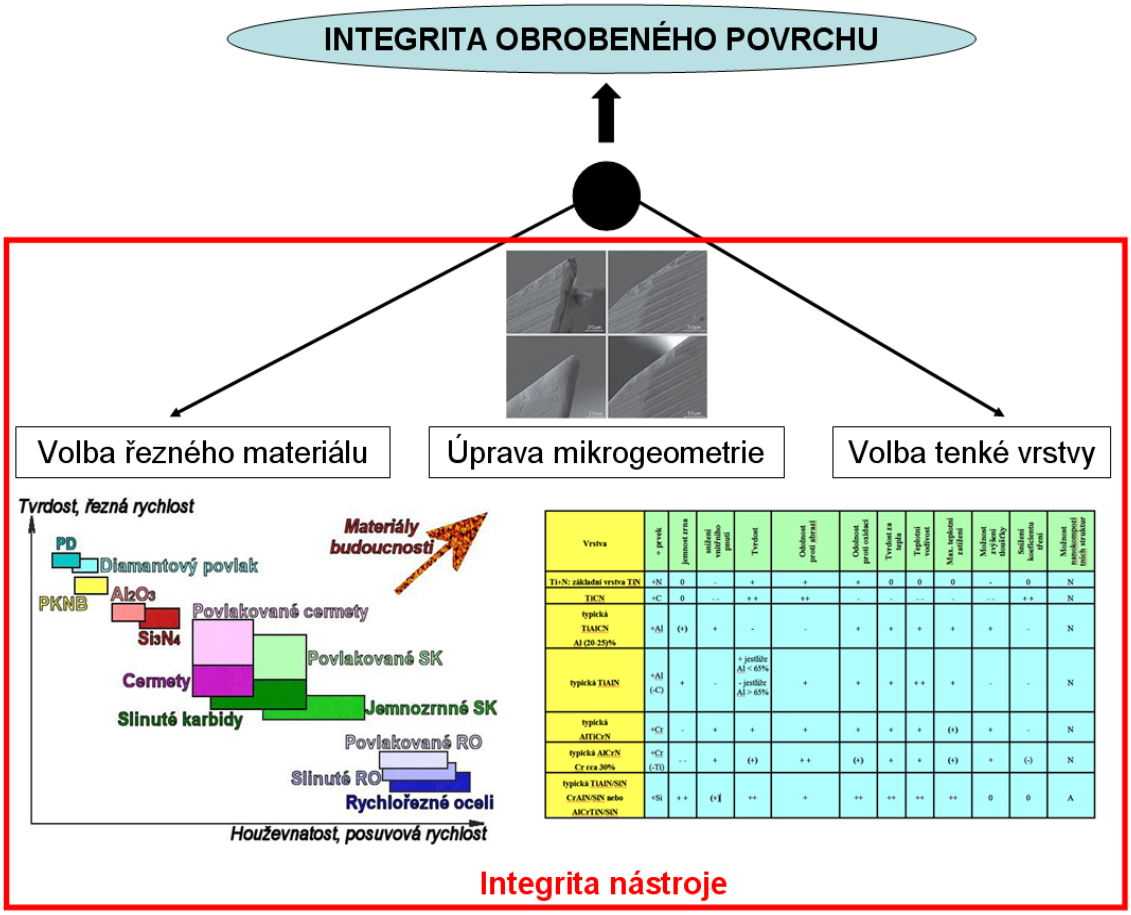
Katedra Technologie Obrábění, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň



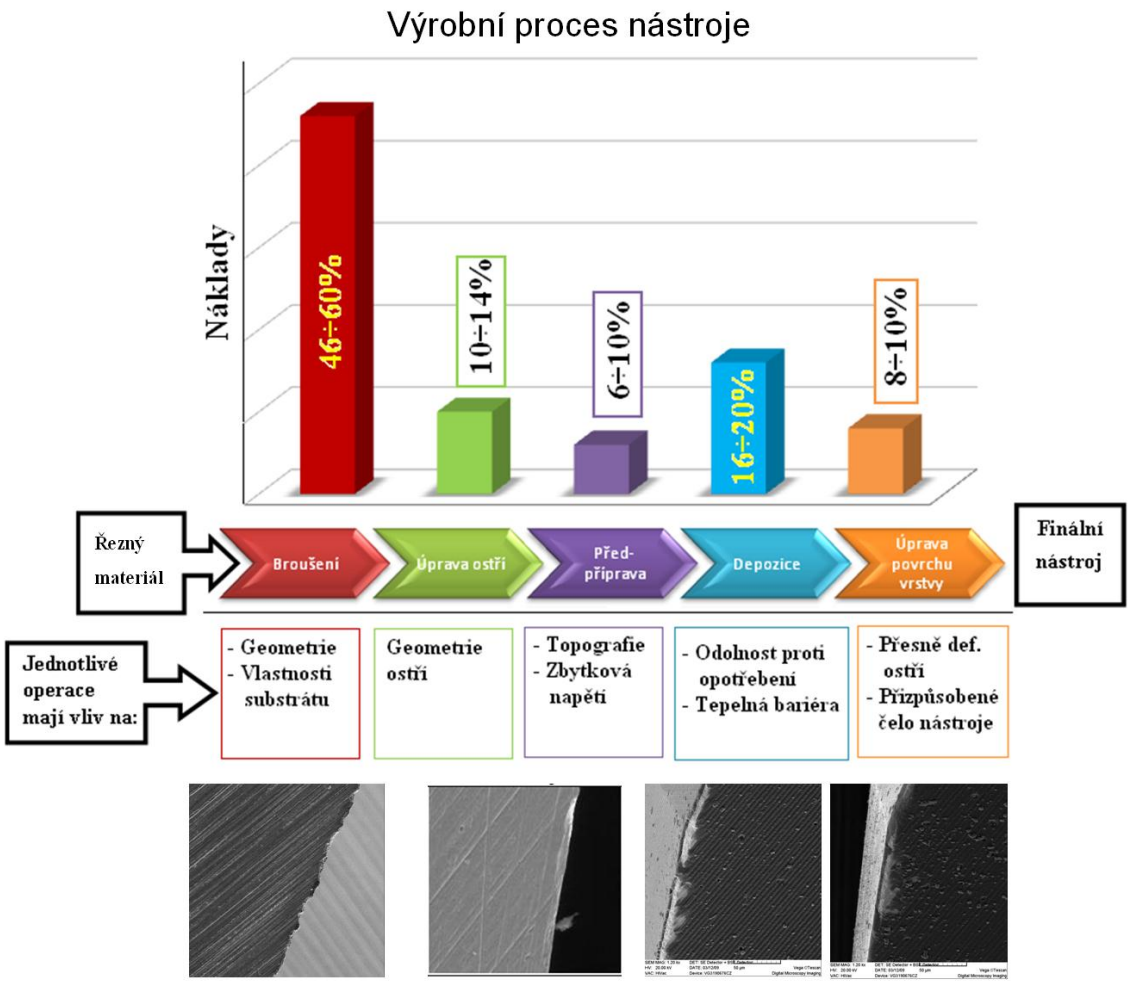


Kde sledujeme integritu povrchu nástroje?





Vrstva	+ prvek	jemnost zrna	snížení vnitřního pnutí	Tvrdost	Odolnost proti abrazi	Odolnost proti oxidaci	Tvrdost za tepla	Teplotní vodivost	Max. teplotní zatížení	Možnost zvýšení dosažitky	Snížení koeficientu tření	Možnost nanokompozitních struktur
Ti+N: základní vrstva TiN	+N	0	-	+	+	+	0	0	0	-	0	N
TiCN	+C	0	- -	+ +	++	-	-	- -	-	- -	+ +	N
typická TiAlCN Al (20-25)%	+Al	(+)	+	-	-	+	+	+	+	+	-	N
typická TiAlN	+Al (-C)	+	-	+ jestliže Al < 65% - jestliže Al > 65%	+	+	+	+ +	+	-	-	N
typická AlTiCrN	+Cr	-	+	+	+	+	+	+	(+)	+	-	N
typická AlCrN Cr cca 30%	+Cr (-Ti)	- -	+	(+)	+ +	(+)	+	+	(+)	+	(-)	N
typická TiAlN/SiN CrAlN/SiN nebo AlCrTiN/SiN	+Si	+ +	(+)	++	+	++	++	++	++	0	0	A



Broušení má vliv na:

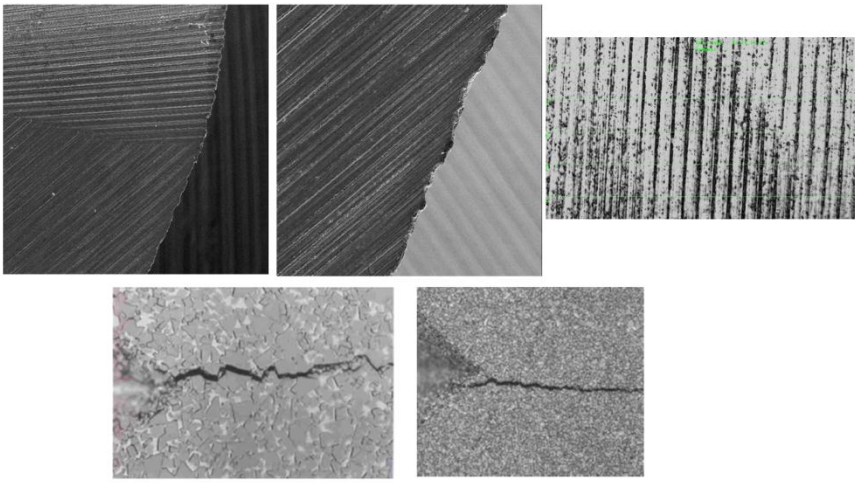
-geometrii

-vznik defektů

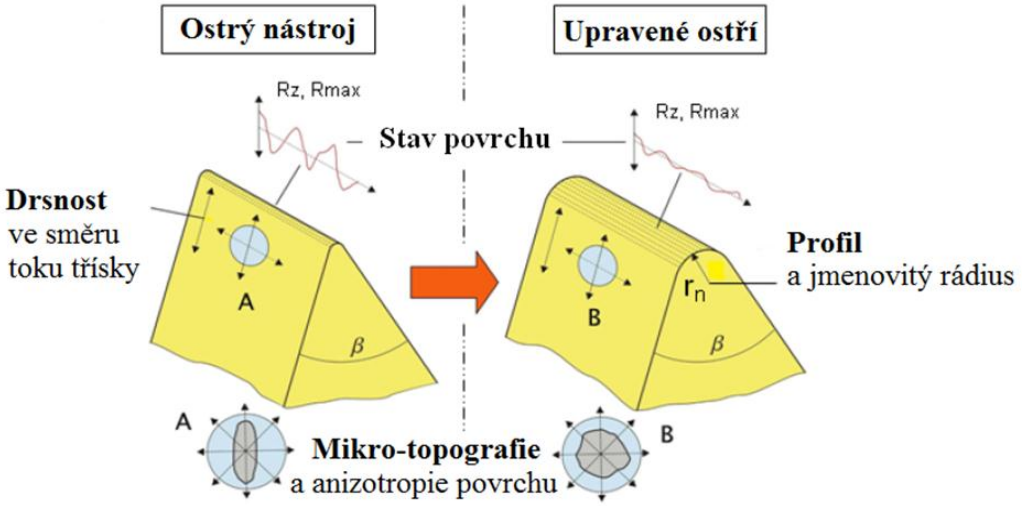
-povrchové pnutí

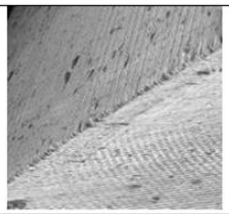
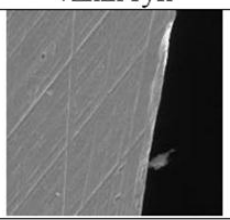
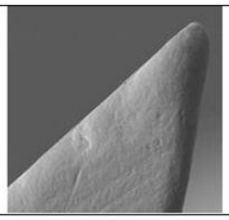
-výchozí drsnost povrchu

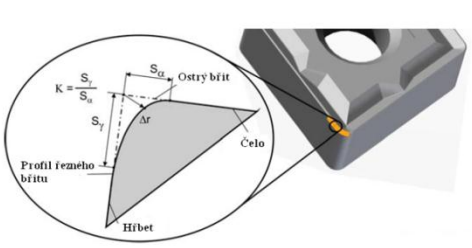
-vznik mikrotrhlin



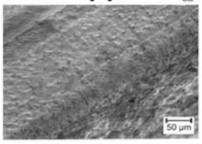
Geometrie ostří



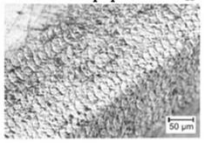
	Ruční leštění	Kartáčování	Omílání v granulátech
Kvalita	Nejlepší	Střední	Dobrá
Reprodukovatelnost	Závisí na pracovníkovi	Dobrá	Dobrá
Flexibilita	Vysoká	Střední	Dobrá
Produktivita	Nízká	Střední	Střední
Cena	Plat pracovníka	Střední	Střední
Jiné	Pouze pro malé firmy	Nepoužitelné pro závitníky	Univerzální použití
Povrchu po úpravě	Odstranění hrubých nerovností	Povrch upravený, vznik rýh	Téměř bez nových defektů
Foto povrchu			



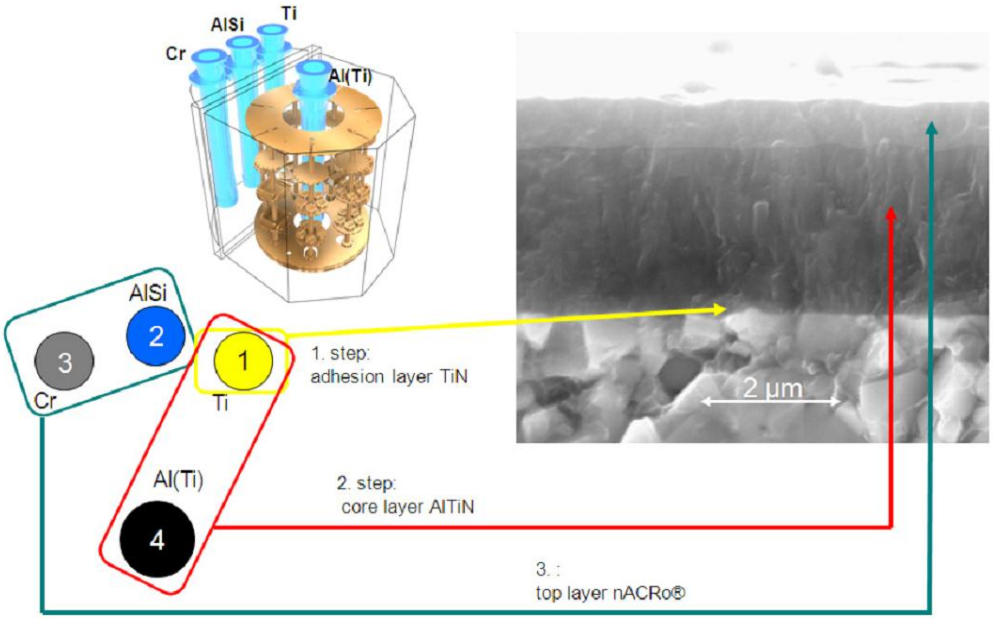
Intenzita laserového paprsku $I > I_{ea}$

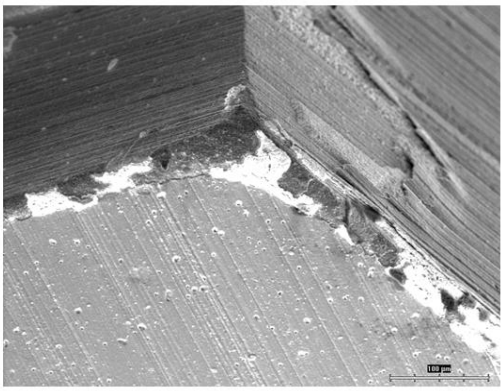


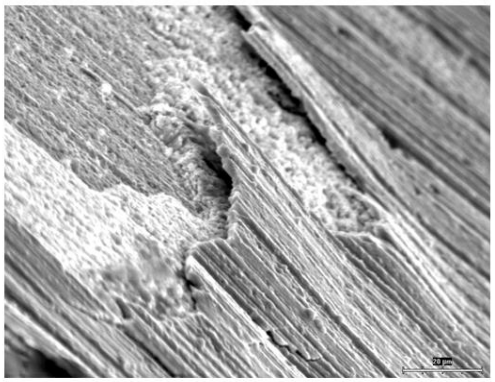
Intenzita laserového paprsku $I < I_{ea}$

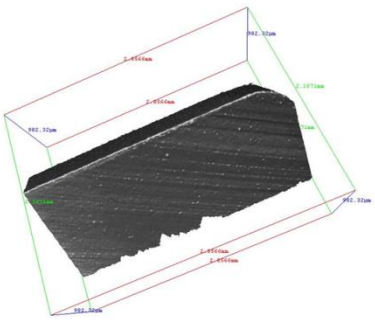


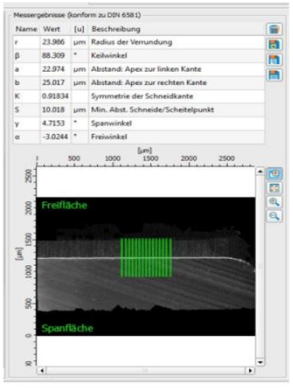
Vliv depozice vrstvy na integritu povrchu

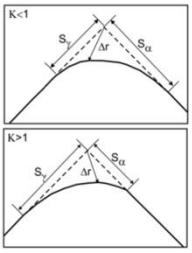


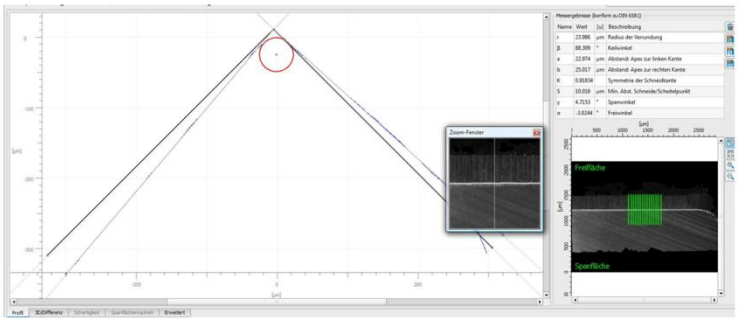






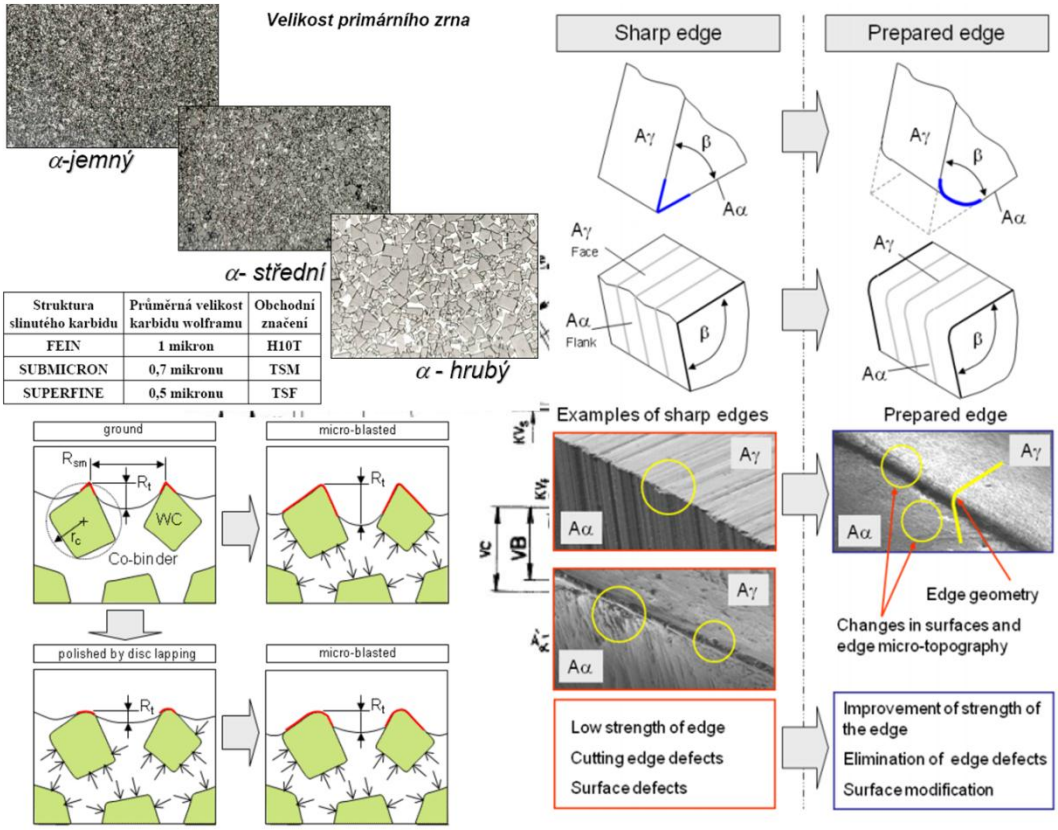


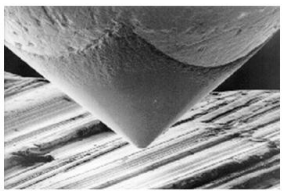


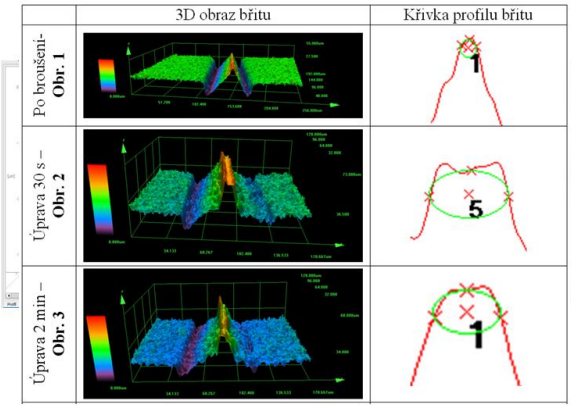


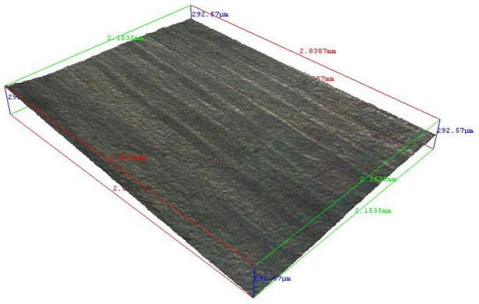
Integrita povrchu břitu nástroje

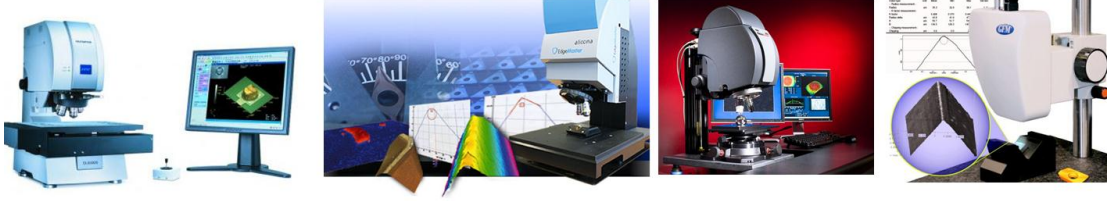
Struktura slinutého karbidu	Průměrná velikost karbidu wolframu	Obchodní značení
FEIN	1 mikron	H10T
SUBMICRON	0,7 mikronu	TSM
SUPERFINE	0,5 mikronu	TSF

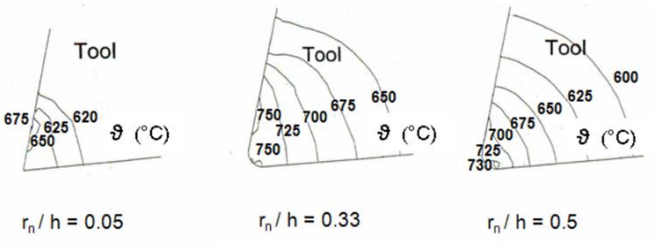




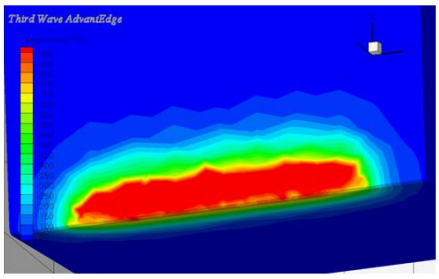


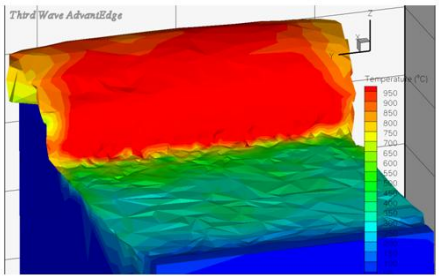


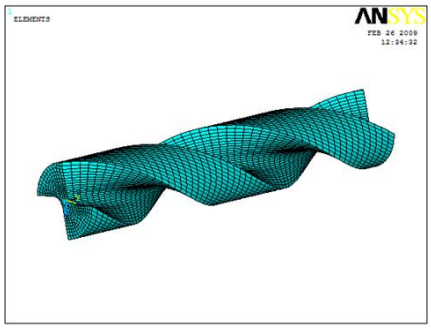


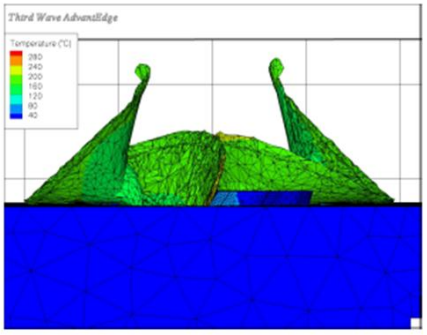


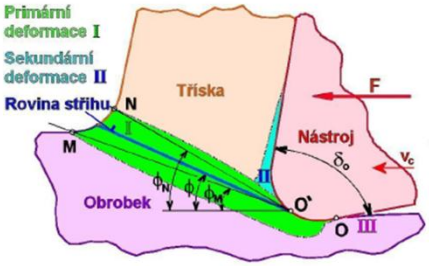
$r_n / h = 0.05$ $r_n / h = 0.33$ $r_n / h = 0.5$

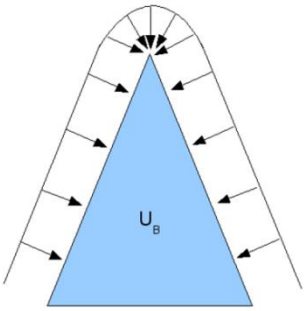


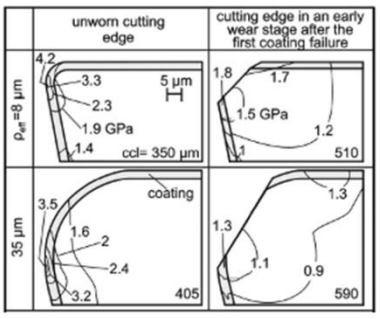


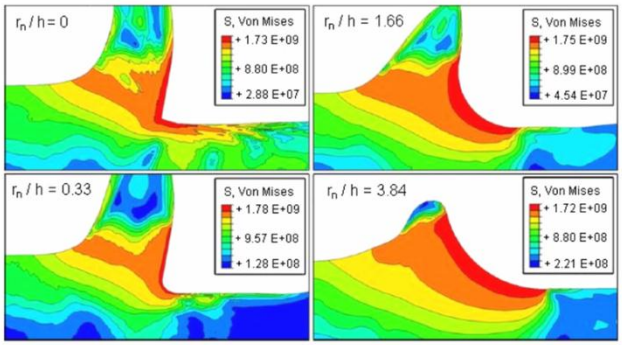












Slovo závěrem

Dostali jste se až na samý závěr sborníku. Sborníku, který je určen především pro studenty, aby získali povědomí o tom, co je integrita povrchu, ale také o tom, že v dnešním globálním světě nestačí studovat na jedné univerzitě. Pro získání širších poznatků je zapotřebí poznat nejen průmyslovou sféru, ale i jiné především zahraniční univerzity. To tento projekt nabízí. Jeho aktuálnost je i pro akademické pracovníky. Nejenom ti, kteří se zabývají některým z multidisciplinárním oborem, ale všichni by měli více vzájemně komunikovat nejen o svých úspěších, ale i omylech. Nejlépe se poučíme z cizích chyb, ale musíme ty svoje také přijmout. Tento sborník zachycuje nejen vědecké týmy, ale i jejich pracoviště a jejich přístrojové vybavení. Je zbytečné si pořizovat stále nové přístrojové vybavení, když chybí peníze na provoz, na platy, ale i dostatečné podněty k řešení. Cesta vede přes společnou spolupráci a využívání nejen společných poznatků, ale i přístrojového vybavení.

Sborník dává informace i odborníkům z průmyslové praxe. Ti získají jiný pohled na problematiku, se kterou se často potýkají, a kterou nemohou řešit, protože nemají přístrojové vybavení, čas a zkušenosti. Technické obory stále řeší nedostatek kvalifikovaných pracovníků. Cílem řešených VpK projektů je vychovat takové studenty, kteří budou konkurenceschopní na trhu práce a budou nejen přínosem pro svého zaměstnavatele, ale i důvodem k hrdosti univerzity a kateder na nichž studovali.

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ