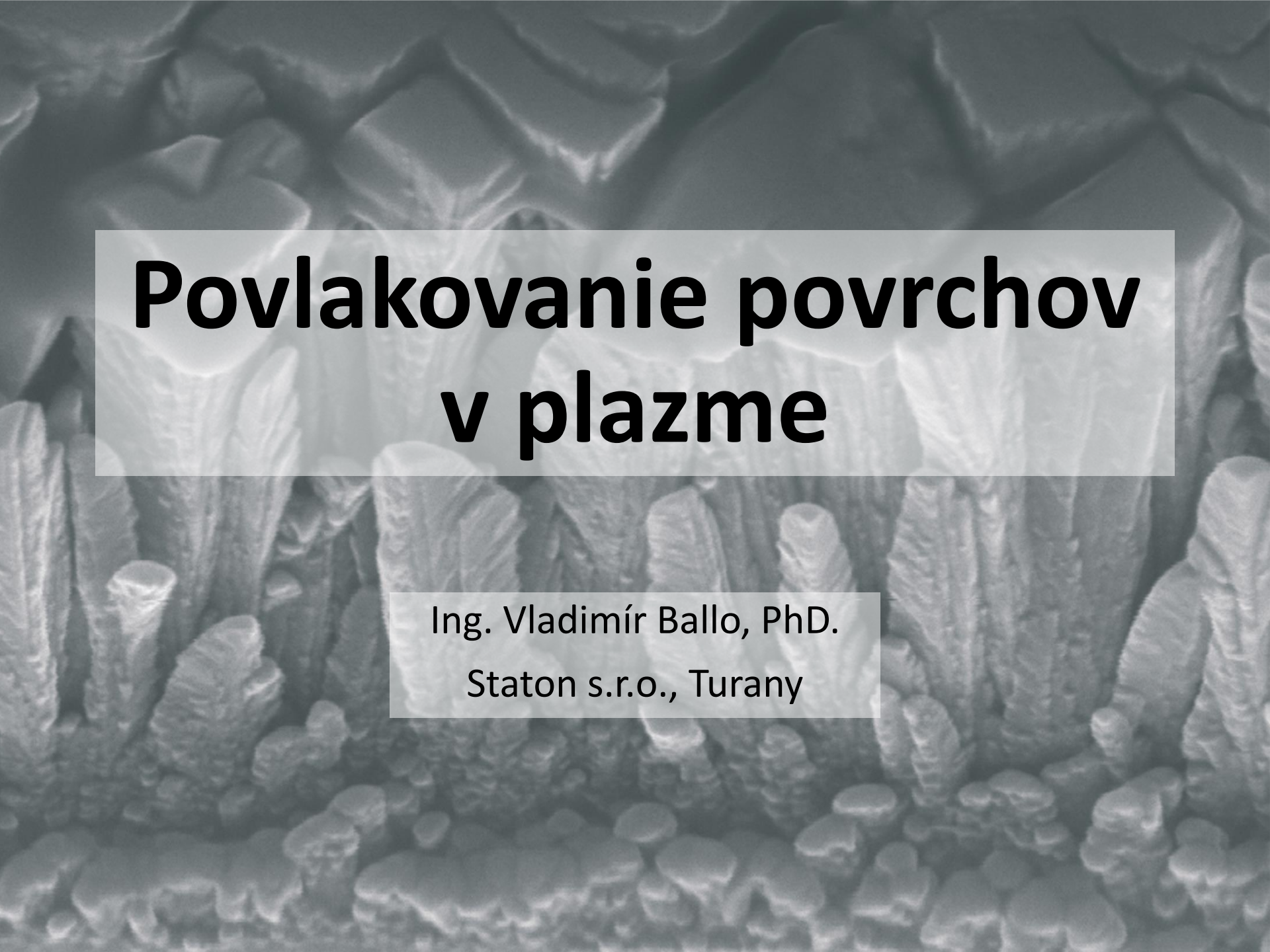


The background of the slide is a grayscale scanning electron micrograph (SEM) showing a highly textured surface. The surface is covered with numerous small, rounded, and elongated features, giving it a porous and irregular appearance. The lighting creates highlights and shadows that emphasize the three-dimensional nature of the surface morphology.

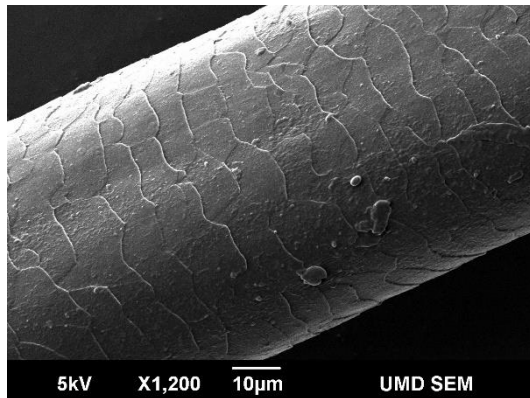
Povlakovanie povrchov v plazme

Ing. Vladimír Ballo, PhD.

Staton s.r.o., Turany

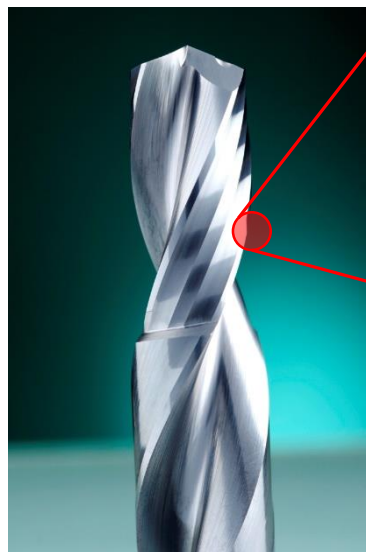
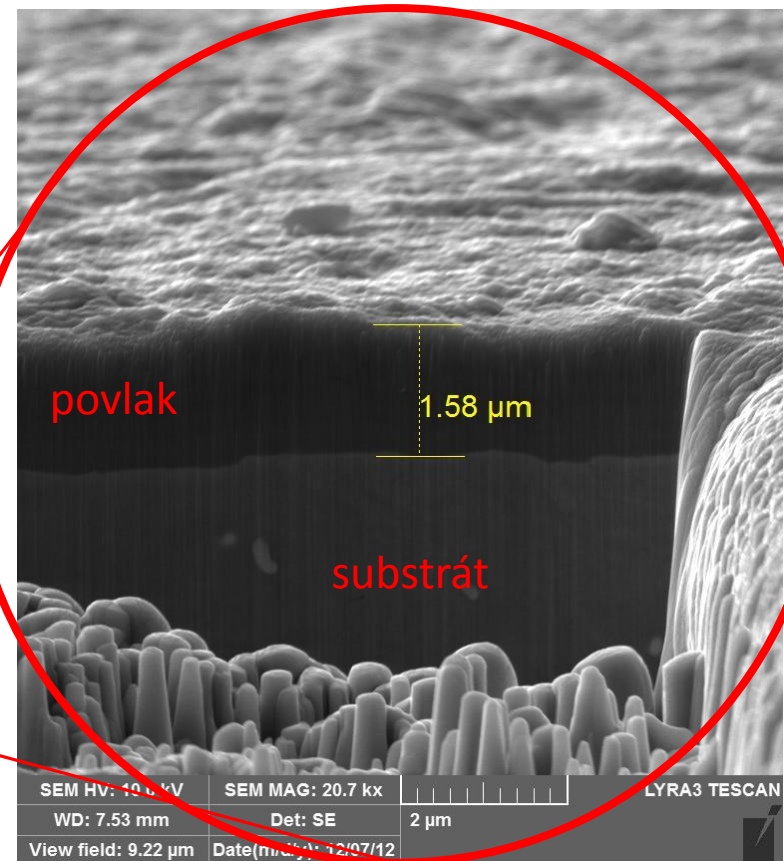
Čo sú tenké vrstvy a povlaky

Ľudský vlas, 20–200 μm

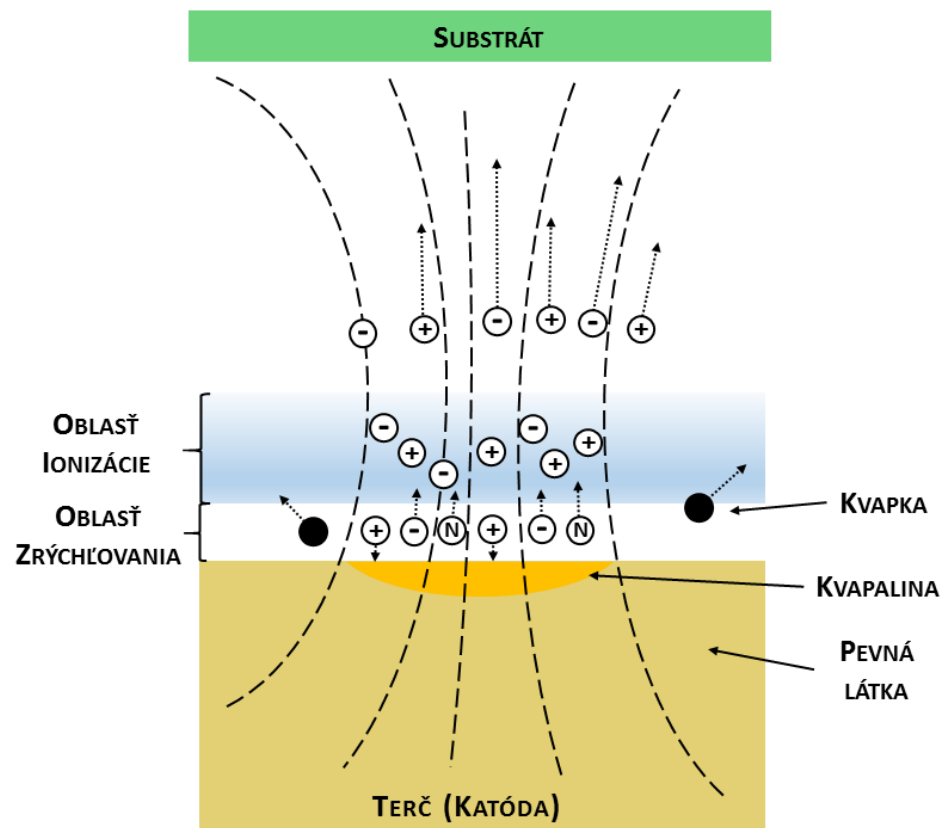


*zdroj wikipedia

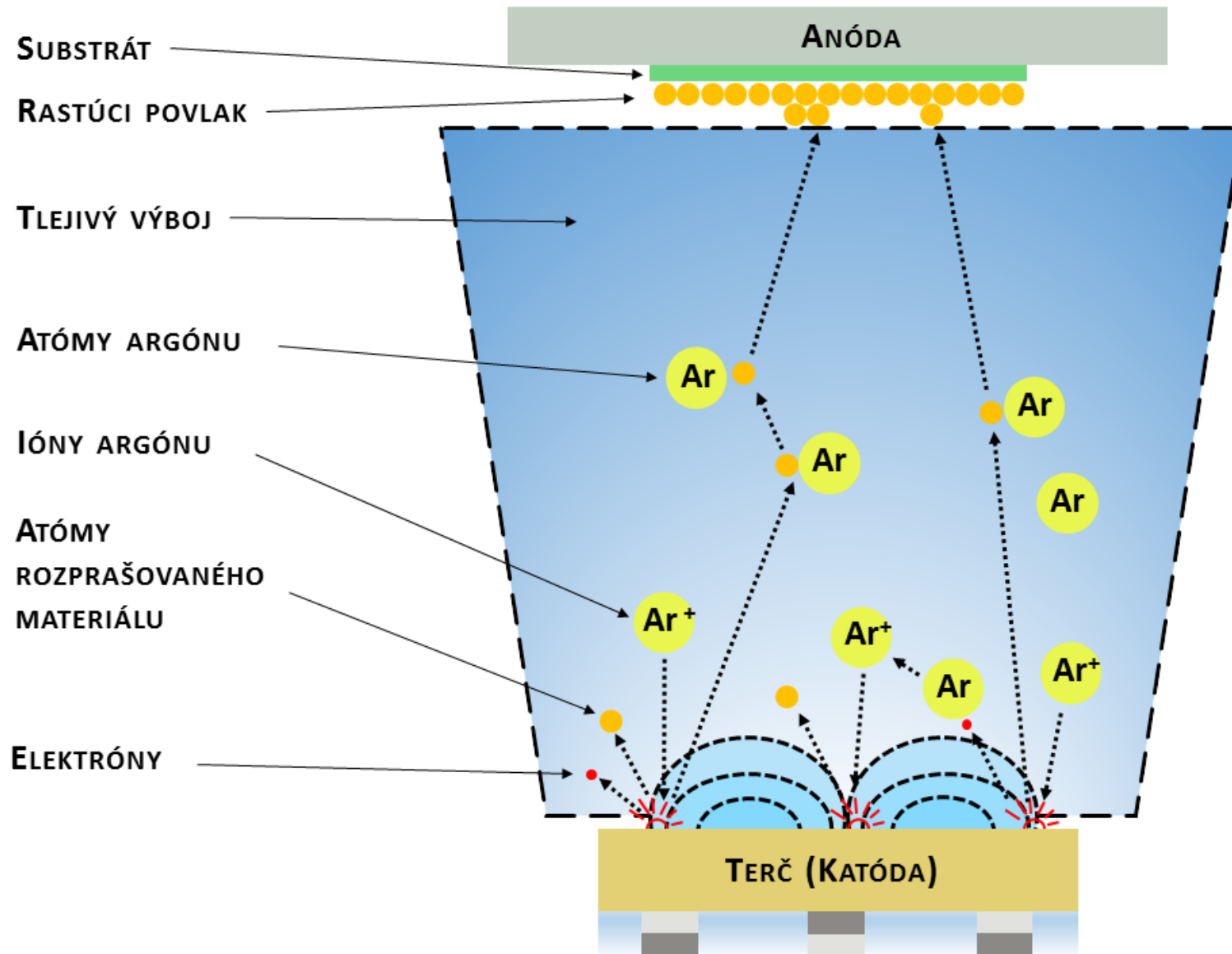
Príklad povlaku, $\sim 2 \mu\text{m}$



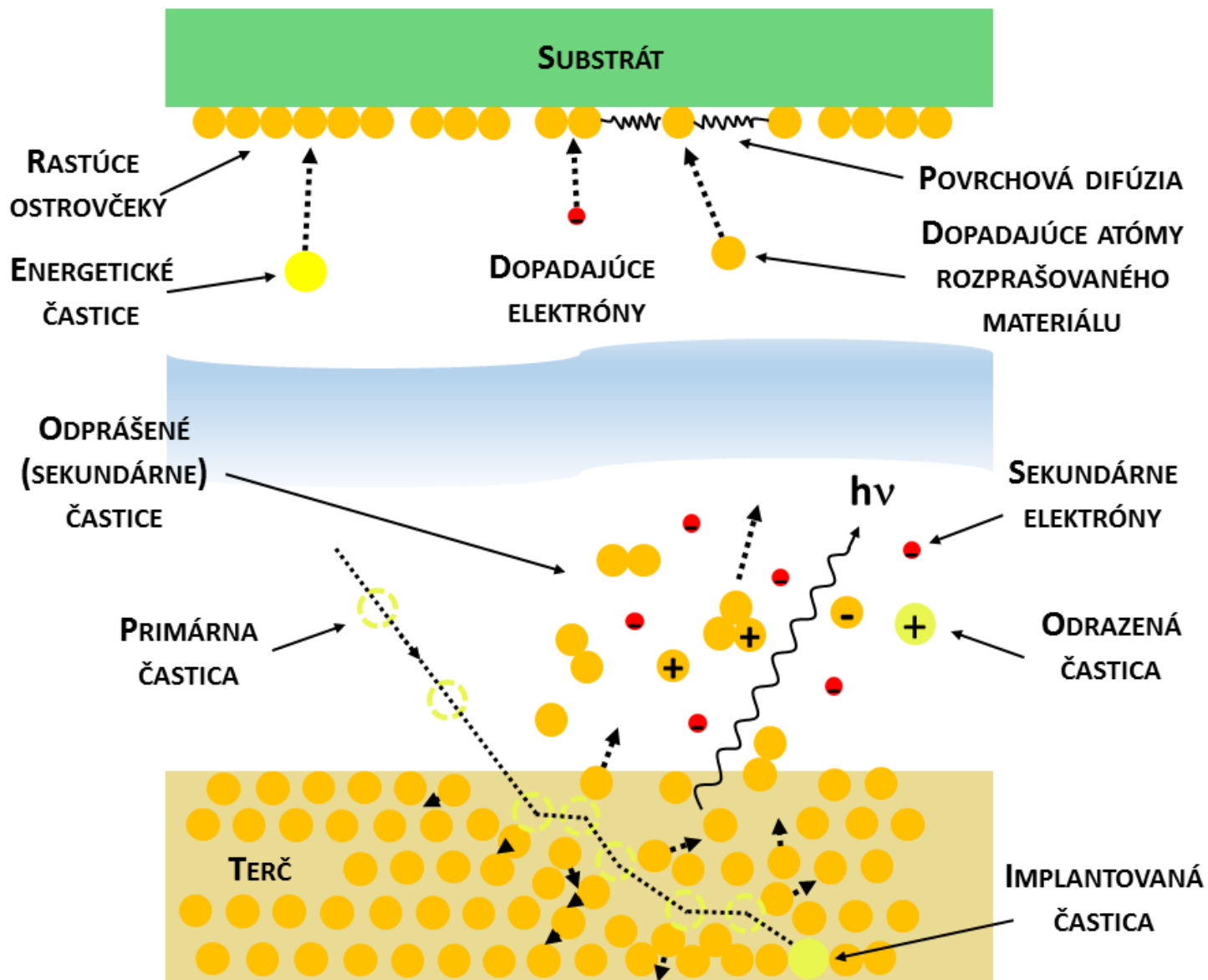
Vákuové oblúčkové odparovanie



Magnetronové naprašovanie



Magnetronové naprašovanie



Porovnanie oblúkového odparovania a magnetronového naprašovania

Vlastnosť	Oblúkové odparovanie	Magnetronové naprašovanie
Typ plazmy	Hlavne častice kovu rozprašovaného z katódy	Tlejivý výboj iniciovaný v pracovnom plyne
Funkcia plazmy	Vytvorenie prúdu nabitých častíc materiálu, ktoré budú deponované na substrát	Bombardovanie terča iónmi pracovného plynu za účelom odprášenia častíc materiálu (atómy/molekuly), ktoré budú deponované na substrát
Elektrická charakteristika	Vysoké hodnoty prúdu (30–500 A), nízke hodnoty napätia (10–50 V)	nízke hodnoty prúdu ($\sim 10^{-2}$ –1 A), vysoké hodnoty napätia (~ 100 – ~ 1000 V)
Hustota plazmy [m^{-3}]	10^{16} – 10^{20}	10^{14} – 10^{18}
Rýchlosť iónov [m/s]	$(1\text{--}2) \cdot 10^4$	$(3\text{--}6) \cdot 10^3$ (Ar^+ ióny)
Energia iónov [eV]	50–150	10–40
Makročastice	áno	nie

Široké možnosti prípravy povlakov

- **Metóda prípravy:**

- vákuové oblúkové odparovanie
- magnetronové naprašovanie
- kombinácia odparovania a naprašovania

- **Materiál povlakov:**

- odparovacie terče: Ti, Al, Cr
- naprašovacie terče: Ti, Al, Cr, Mo, Nb, V, W, Si, TiAl, TiB₂
- reaktívne plyny: N, O, C₂H₂

- **Typ povlakov:**

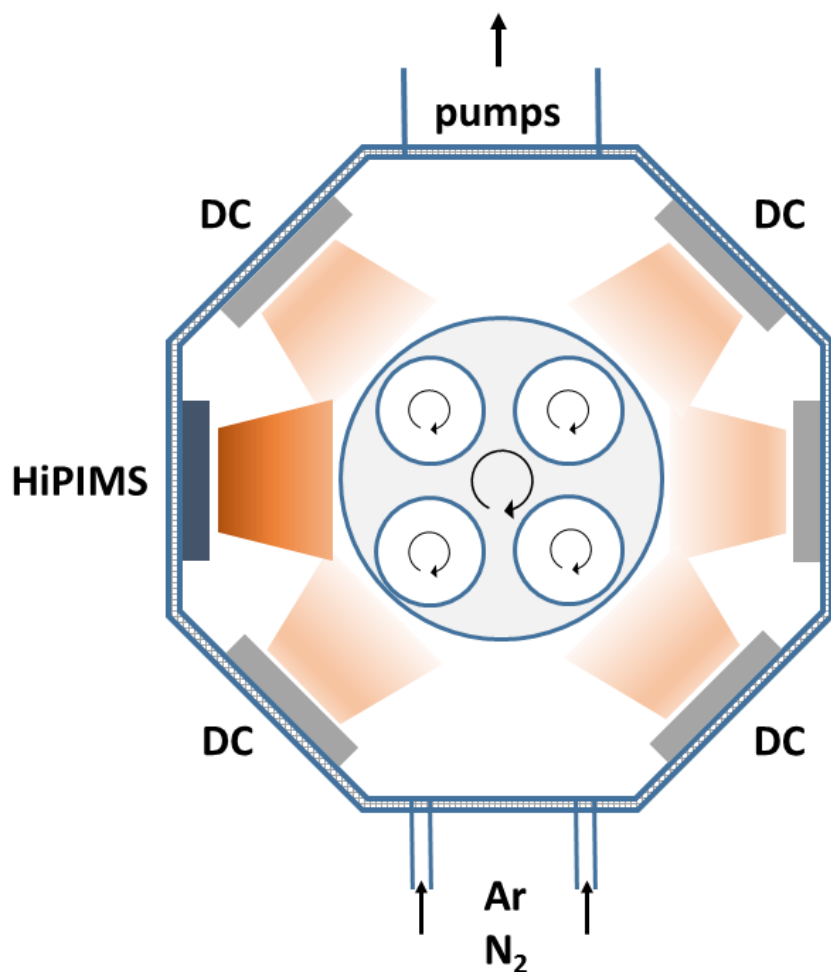
- jednozložkové povlaky
- kompozitné povlaky: multikomponentné (súčasná príprava jednotlivých zložiek) alebo multivrstevné (postupná príprava) alebo gradientné (postupná plynulá zmena nastavenia depozície)

- **Využitie povlakov:**

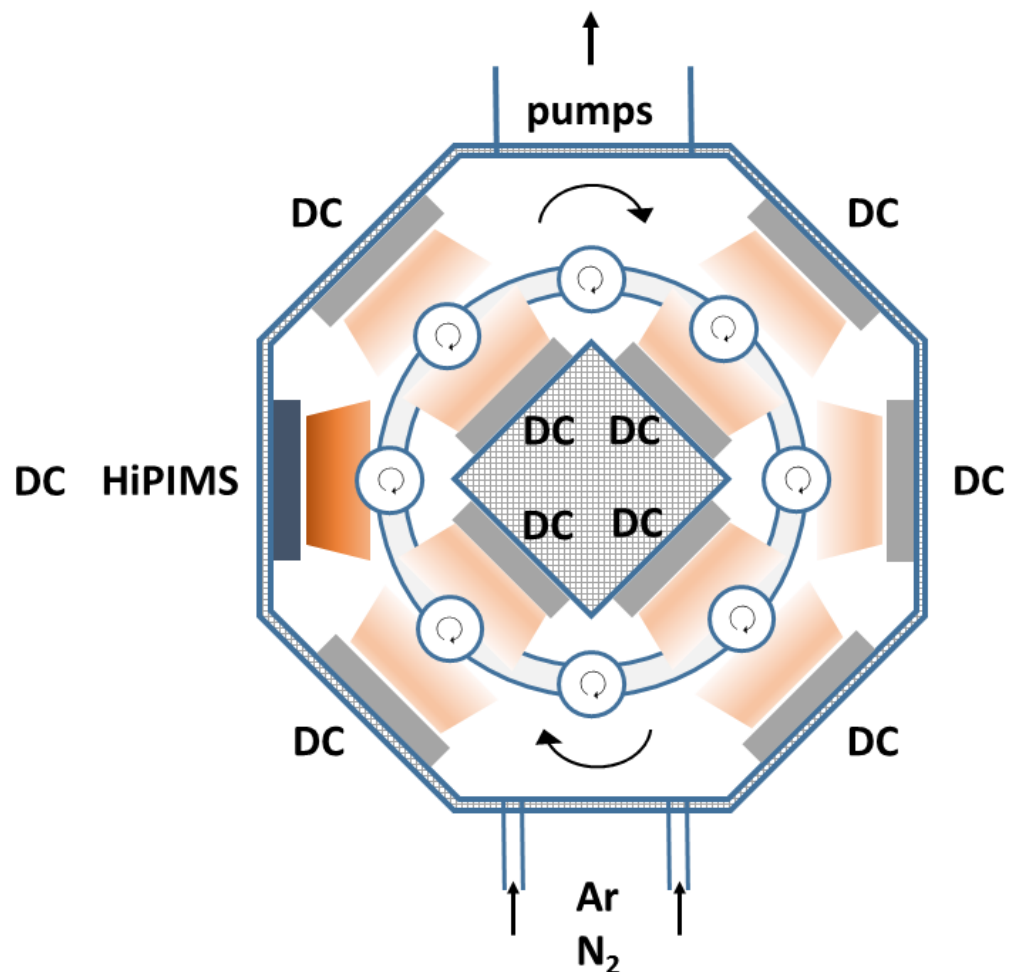
- tvrdé povlaky (nitridy, karbidy, oxidy, boridy, atď.)
- klzné povlaky (WC/C, MoS₂)

Magnetronové naprašovanie

6 magnetronov

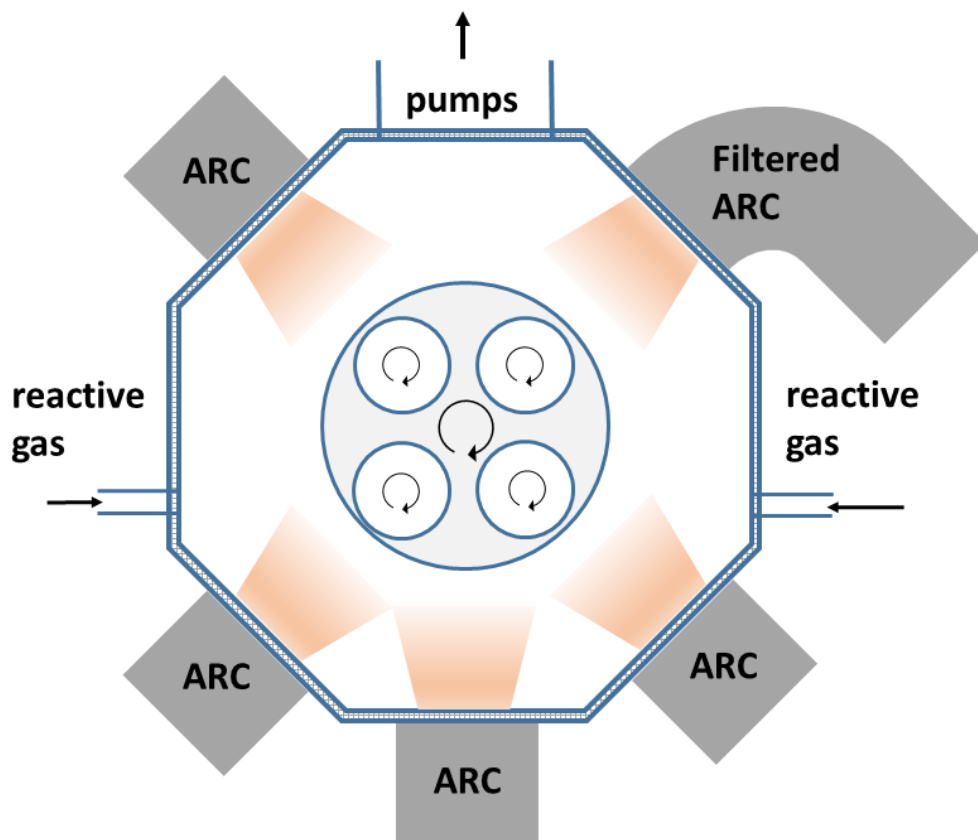


10 magnetronov

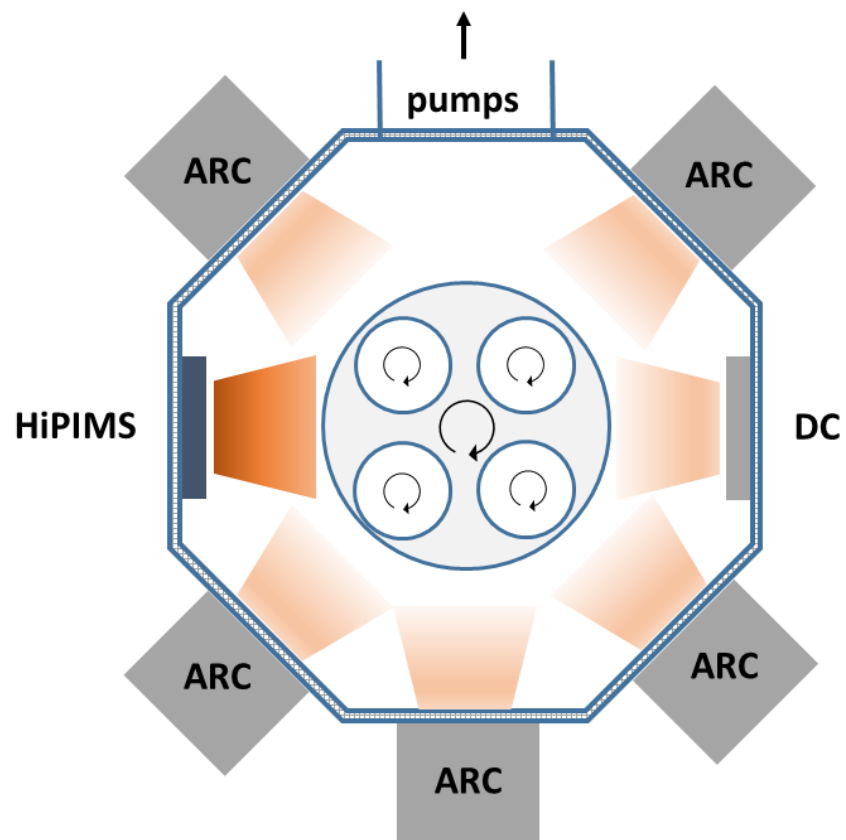


Oblúkové odparovanie a kombinácia s naprašovaním

5 oblúkových zdrojov



5 oblúkových zdrojov
a 2 magnetrony

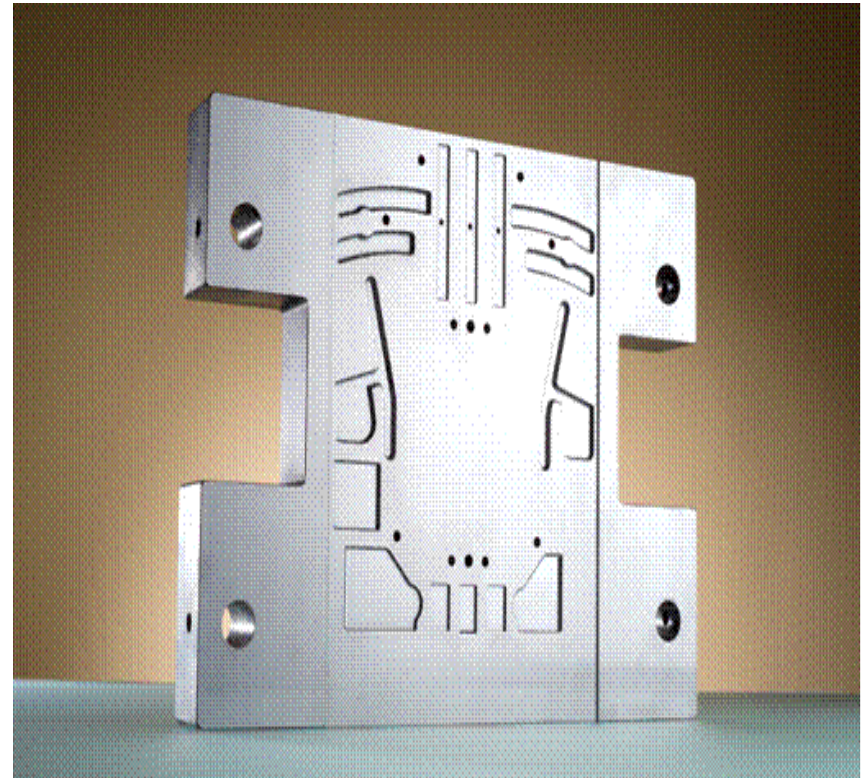


Aplikácia povlakov

Rezné nástroje



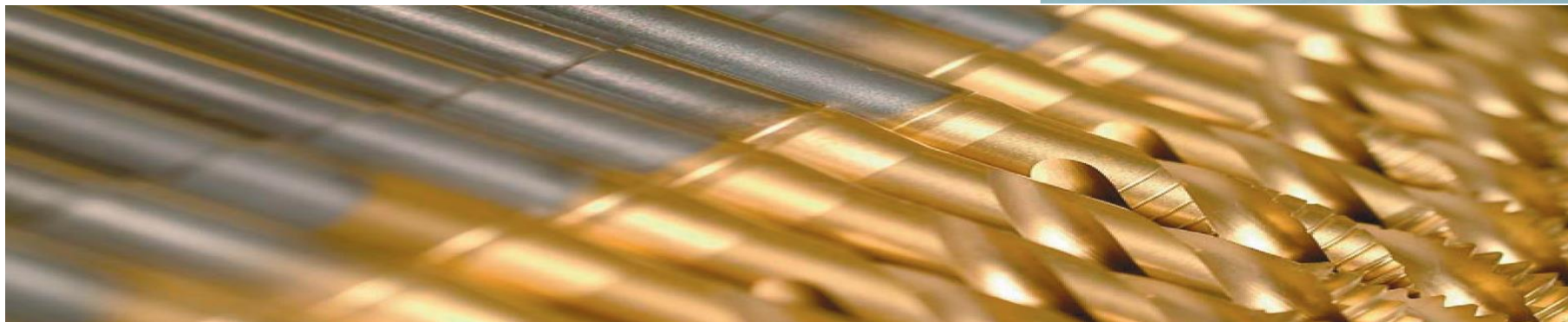
Tvárníacie nástroje



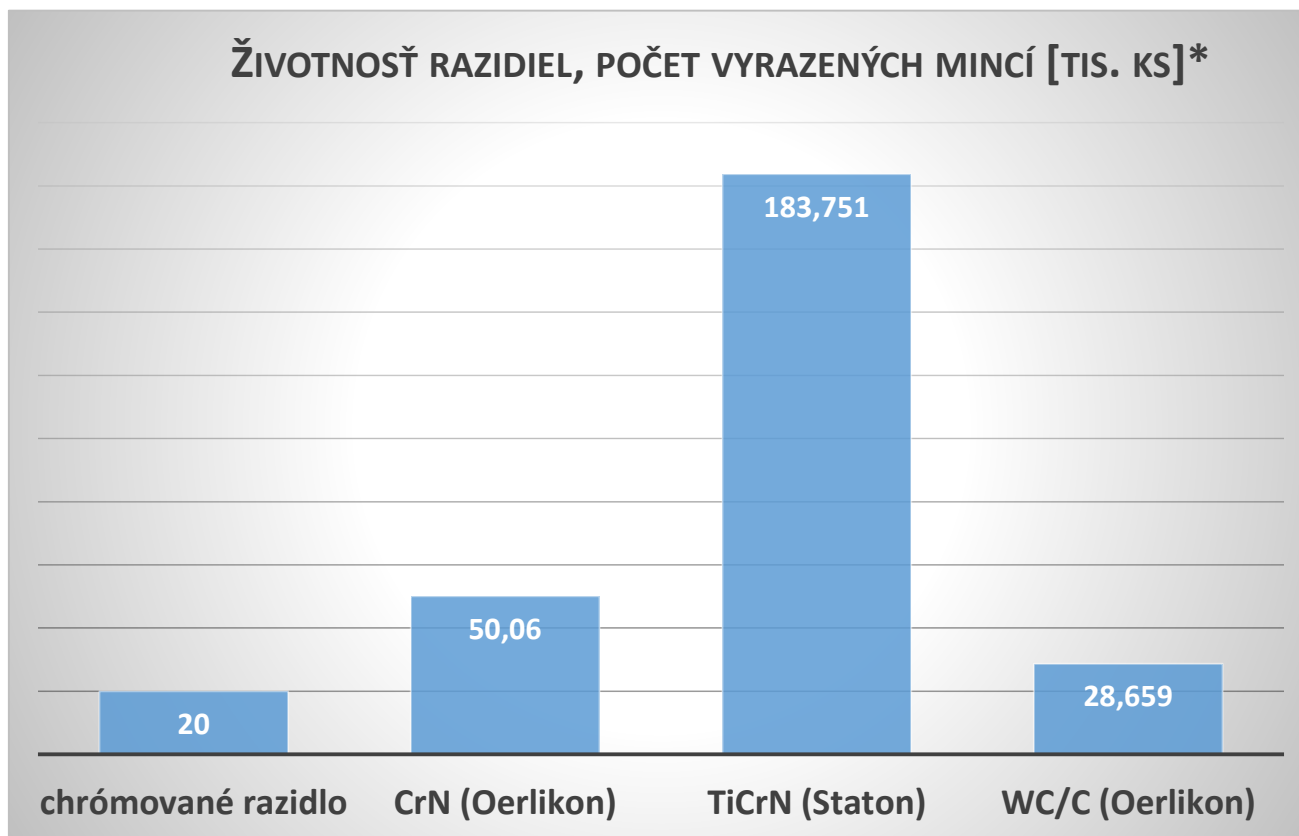
Povlakovanie nástrojov

Vplyv povlakov na vlastnosti nástroja

- znižujú koeficient trenia
- zvyšujú niekoľkonásobne povrchovú tvrdosť
- zvyšujú tepelnú odolnosť špičky nástroja
- zvyšujú oxidačnú a chemickú odolnosť
- umožňujú obrábanie i ťažkoobrobiteľných materiálov
- umožňujú zvýšenie rezných rýchlostí
- znižujú rezné sily
- znižujú drsnosť obrobenej plochy
- znižujú tvorbu nárustku
- minimalizujú množstvo chladiacej kvapaliny a umožňujú obrábanie i za sucha



Vplyv povrchovej úpravy na životnosť razidiel mincí



*nezávislý test Ústavu materiálového výskumu SAV, Košice; MM Prumyslové spektrum, 2014/11

Druhy povlakov

Povlak	Tvrdosť [GPa]	Hrúbka [μm]	Koeficient trenia	Tepelná odolnosť [$^{\circ}\text{C}$]
TiN	23	1 - 4	0,4	600
TiCN	27	1 - 4	0,2	500
CrN	20	1 - 4	0,6	600
TiAlN	32	1 - 4	0,5	800
AlTiN	33	1 - 4	0,5	900
TiAlCN	29	1 - 4	0,4	800
KTRN I	33	1 - 4	0,4	1000
KTRN II	34	1 - 4	0,4	1100
Cronal	30	1 - 4	0,5	1000
CrAlN	29	1 - 4	0,5	1000
DLC WC-C I	18	1 - 2	0,1	700
DLC WC-C II	20	1 - 2	0,1	700

Klzné vrstvy DLC WC/C

**Povlakovanie konštrukčných súčiastok
z ocelí pod 200°C**

- ložiskové ocele
- cementačné ocele



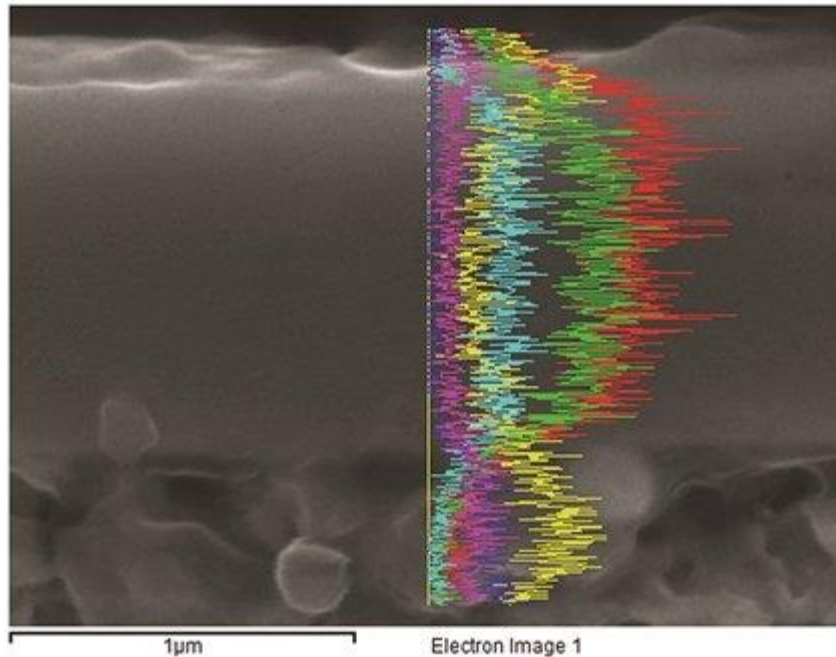
Obrábanie Al a neželezných kovov

- koeficient trenia 0,1

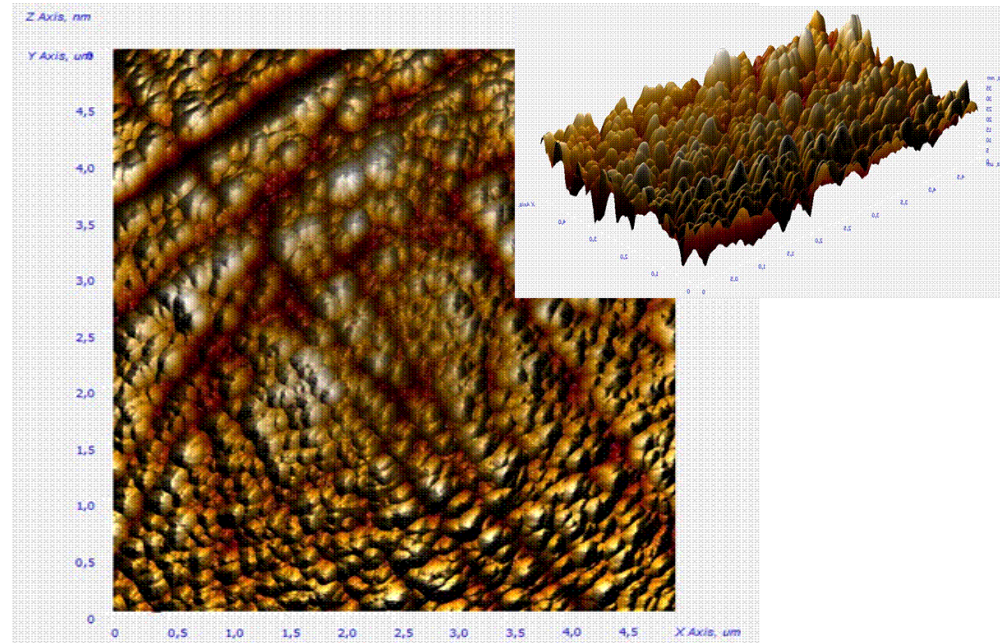


Analýza povlakov

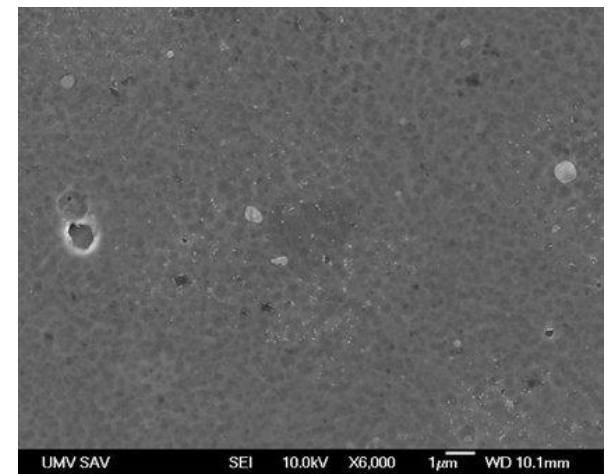
- Štruktúra vrstiev
- Adhézia
- Mikrotvrdosť
- Tepelná odolnosť
- Koeficient trenia



AFM - 3D náhľad povrchu povlaku



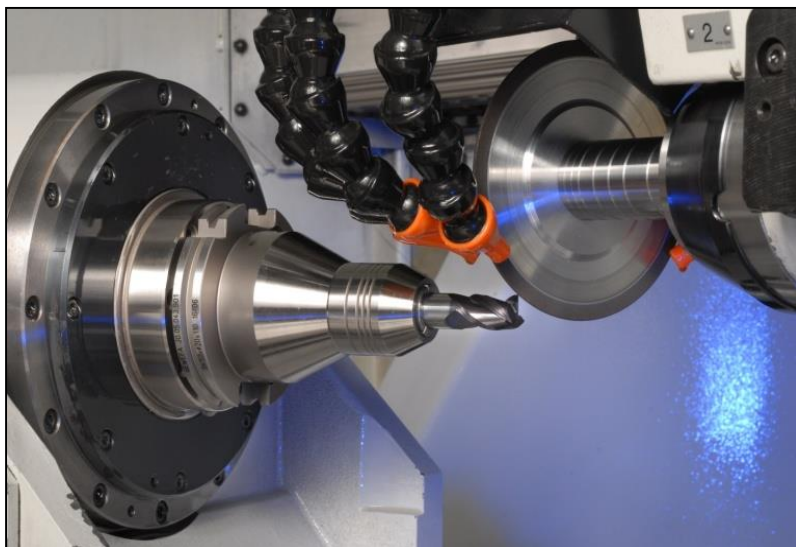
SEM



Ostrenie a výroba nástrojov

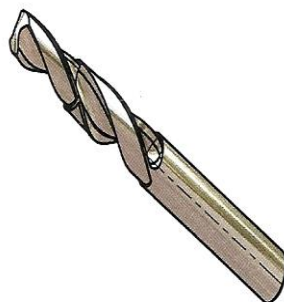
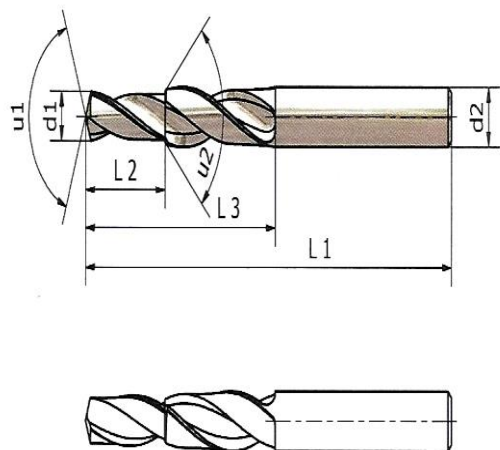
Programovanie geometrie nástrojov

CNC brúska WALTER



Návrh a kontrola geometrie nástrojov

- Frézy
- Vrtáky
- Závitníky
- Navrtaváky



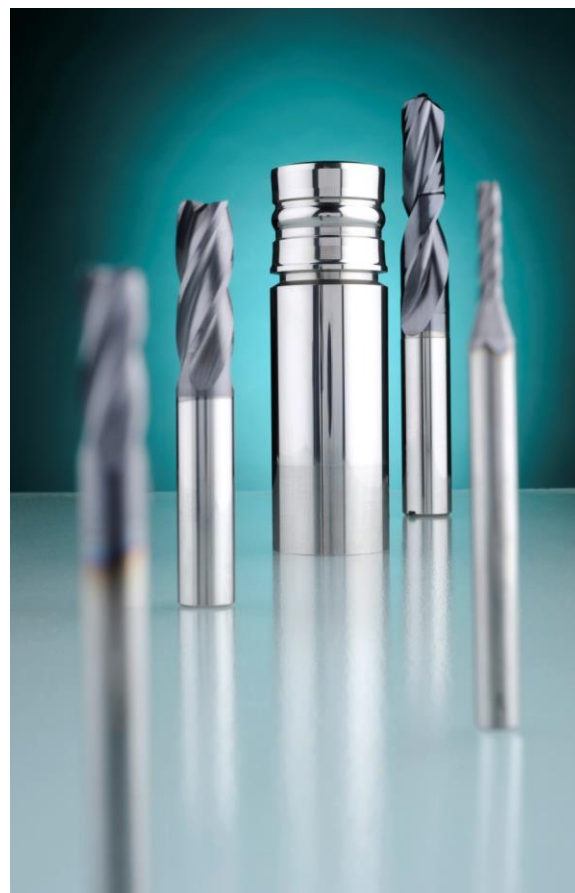
3D automatické meranie



Programovaná rektifikácia

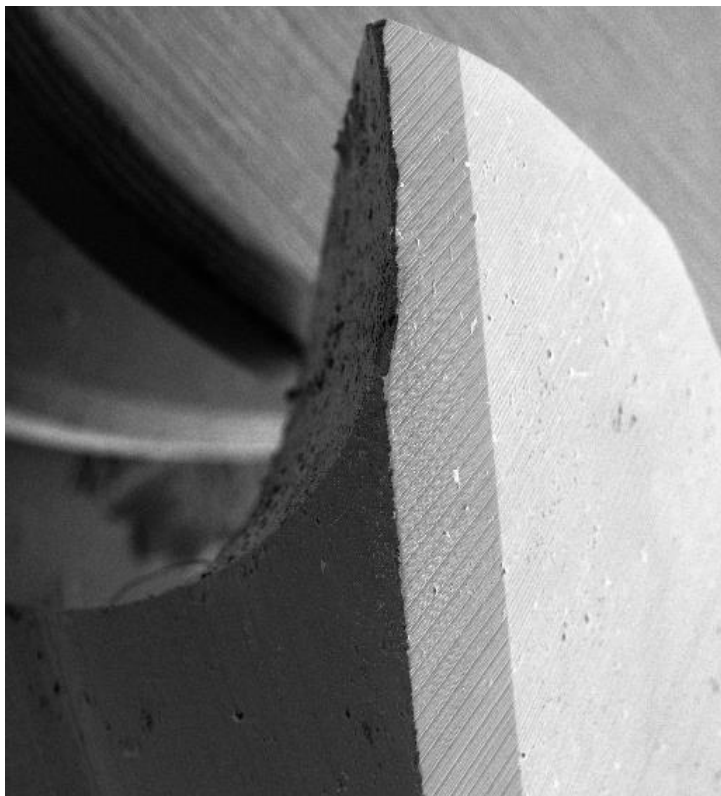
Leštenie povrchu nástrojov pre opracovanie Al

OTEC - DF SERIES



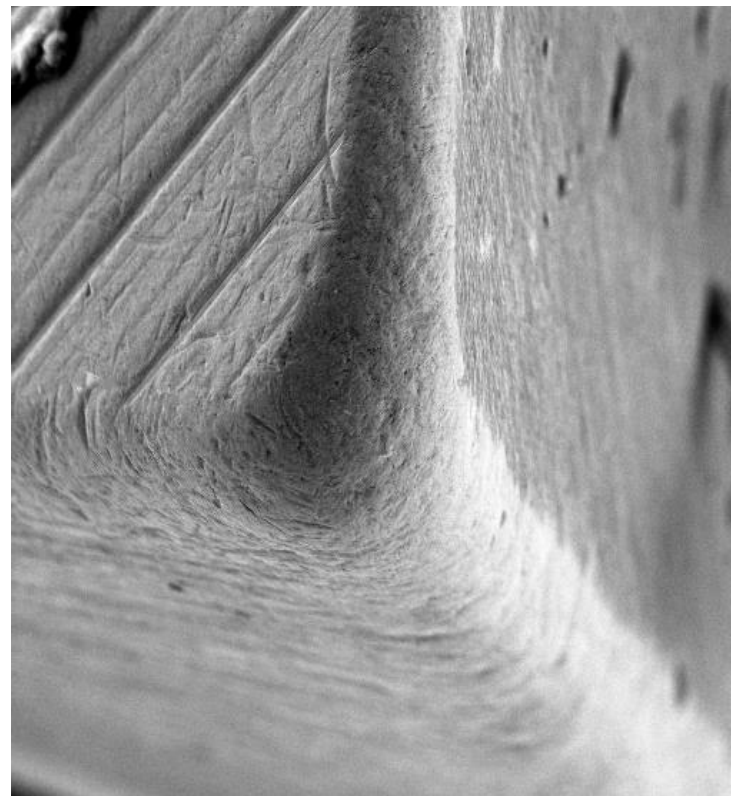
Rektifikácia rezných hrán

Rezná hrana po brúsení



SEM MAG: 74 x
HV: 30.0 kV
VAC: HiVac
DET: SE Detector
DATE: 04/23/08
Device: TS5136MM
1 mm
Vega ©Tescan
Digital Microscopy Imaging

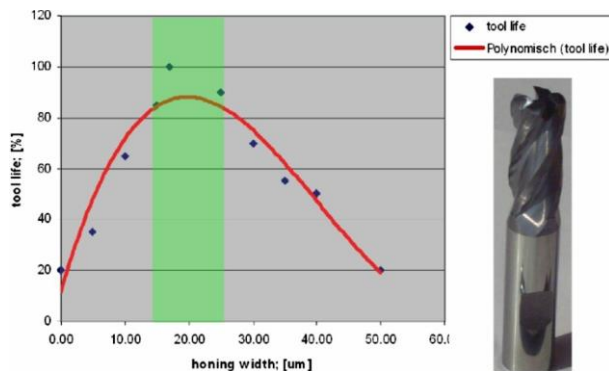
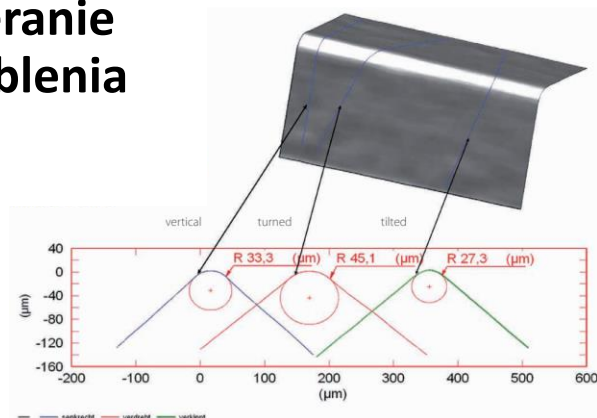
Rezná hrana po rektifikácii



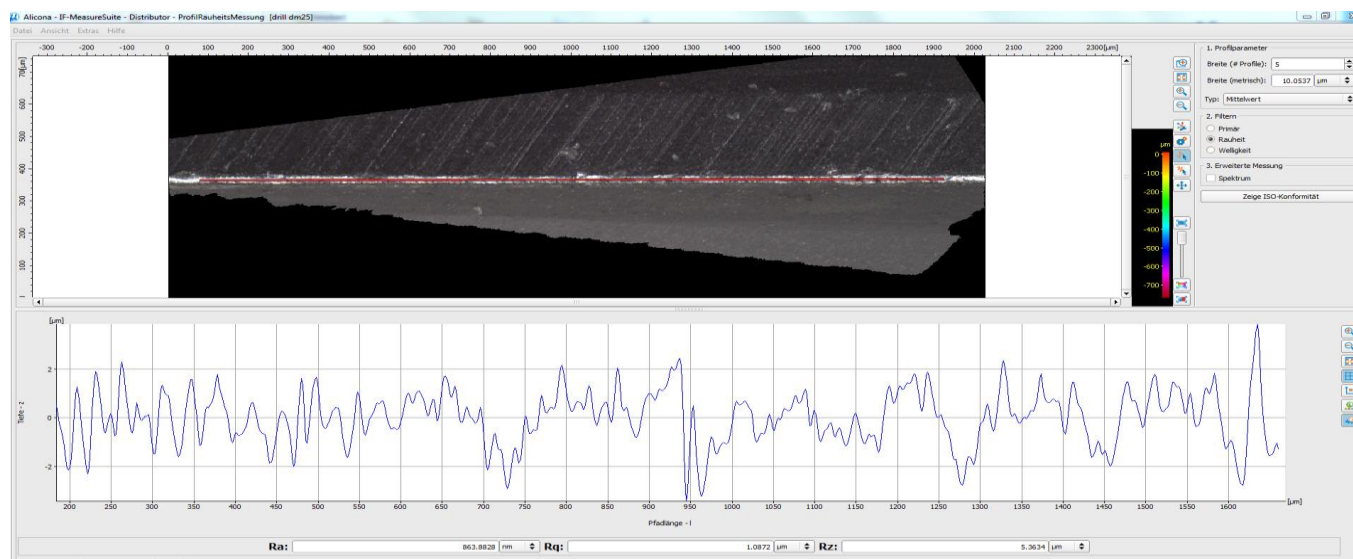
SEM MAG: 797 x
HV: 20.0 kV
VAC: HiVac
DET: SE Detector
DATE: 04/24/08
Device: TS5136MM
50 um
Vega ©Tescan
Digital Microscopy Imaging

Charakterizácia reznej hrany

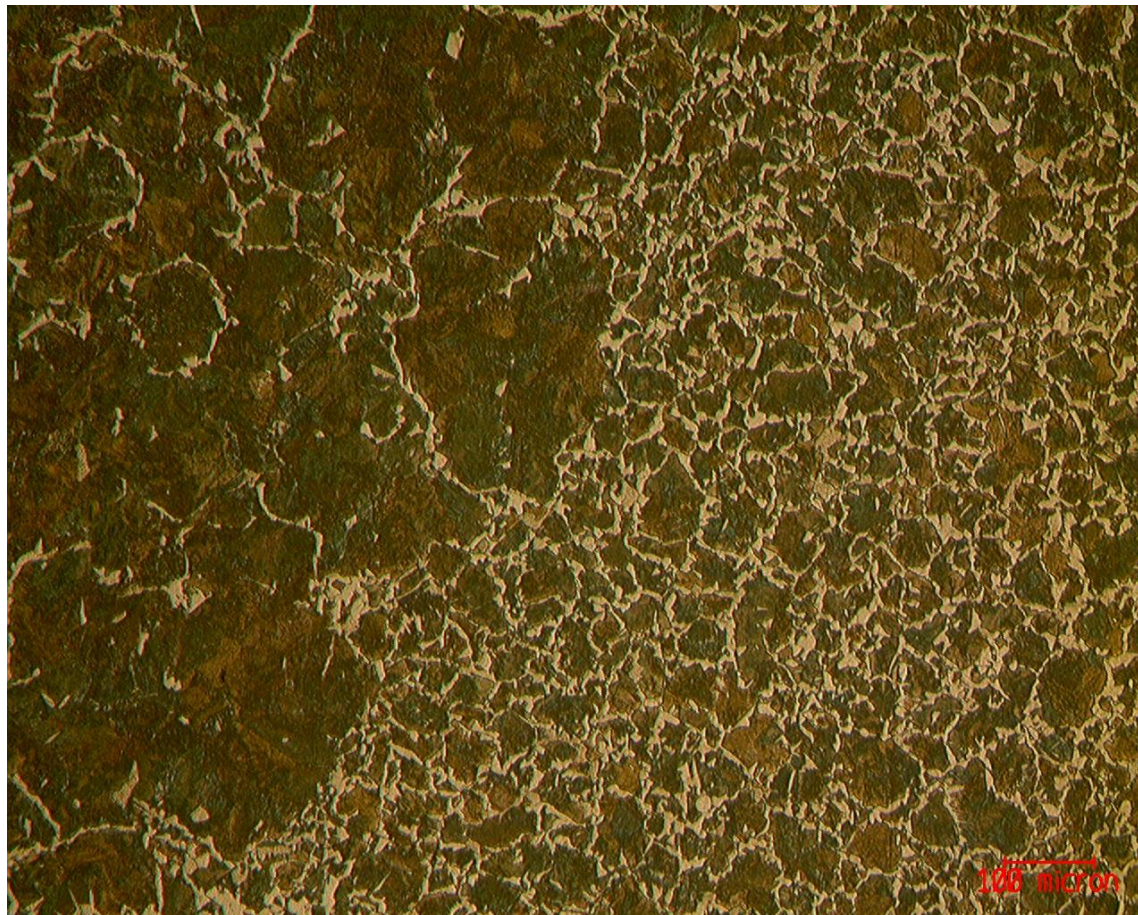
Meranie zaoblenia



Meranie drsnosti



Štruktúra ocele STN 412050



Automatické čistenie a odmasťovanie nástrojov pred povlakovaním

PERO V0 - Universal Vacuum Degreasing Systems



- Oplach
- Striekanie
- Ultrazvukové čistenie
- Čistenie v pare
- Vákuové sušenie

Nové výskumno-vývojové centrum, detašované pracovisko UK Bratislava



*Bližšie informácie v prednáške Dr. Martina Truchlého

