

*Studijní zahraniční stáž Polsko, Lodž 2013*

**Testování tenkých vrstev TiC,  
výzkum stability plazmového výboje**



**VYPRACOVALI:** *BC. MICHAL GOLDMAN*  
*BC. JAN KOUTECKÝ*



znak



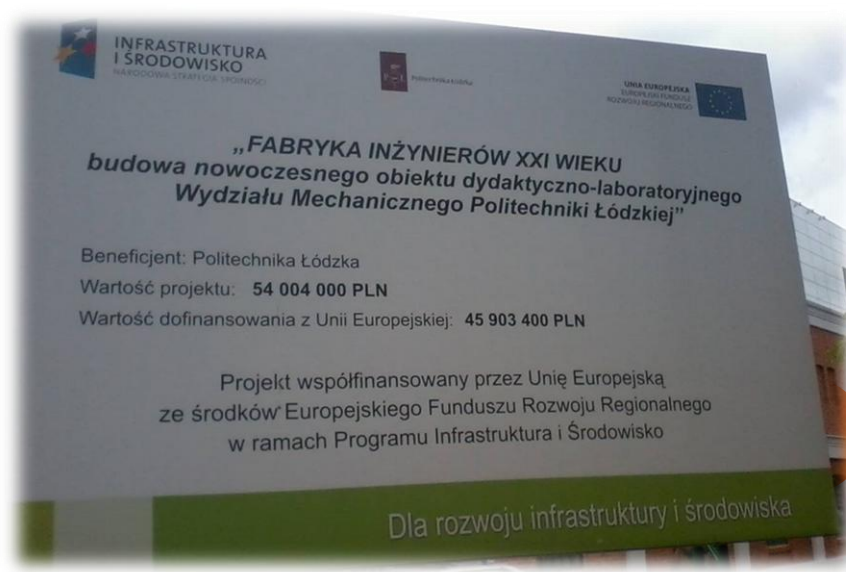
vlajka

# LODŽ

- Místo konání stáže: Technická univerzita v Lodži
- Zajímavosti o městě :
  - Třetí největší polské město, hlavní město Lodžského vojvodství, evropské centrum textilního průmyslu (19. století)

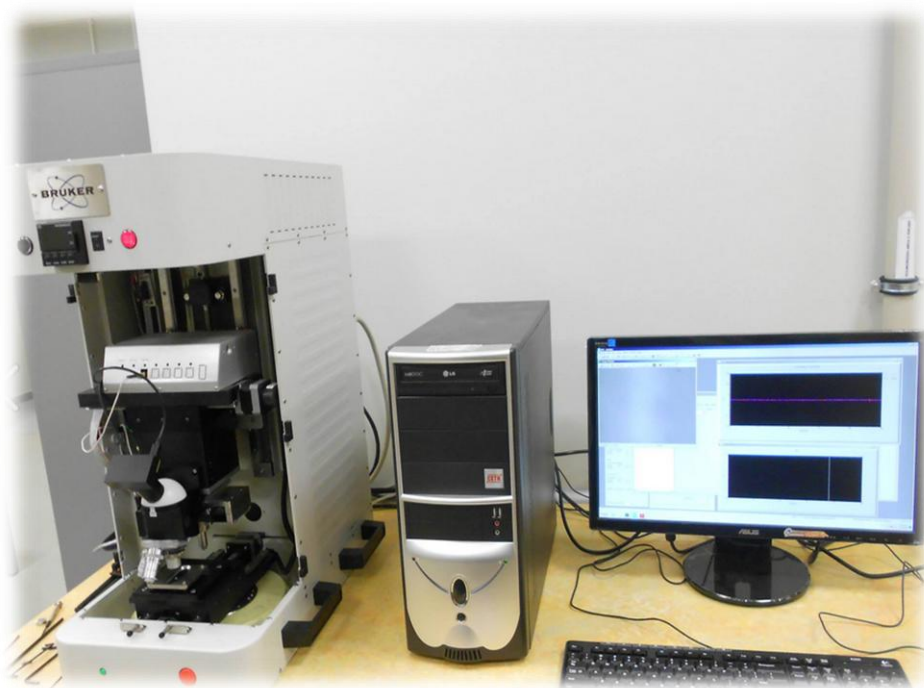


# Fabryka inżynierów XXI wieku



# ZKOUMÁNÍ TENKÝCH VRSTEV TiC

- Zkoumané vrstvy TiC nanесeny metodou RF PACVD na substrát z vanadové oceli.
- ***SCRATCH TEST***
  - základní a nejrozšířenější zkouškou pro sledování adheze systému tenká vrstva – substrát

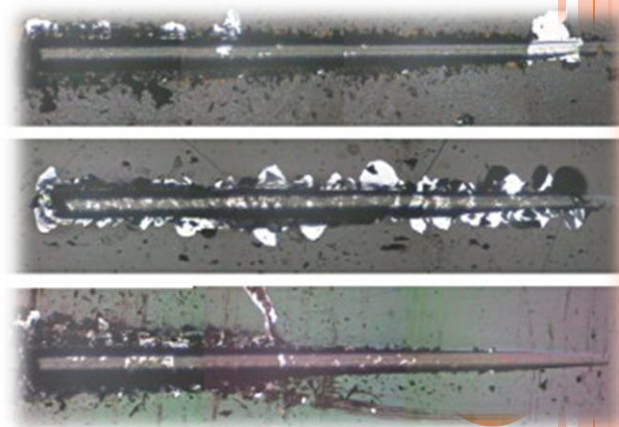
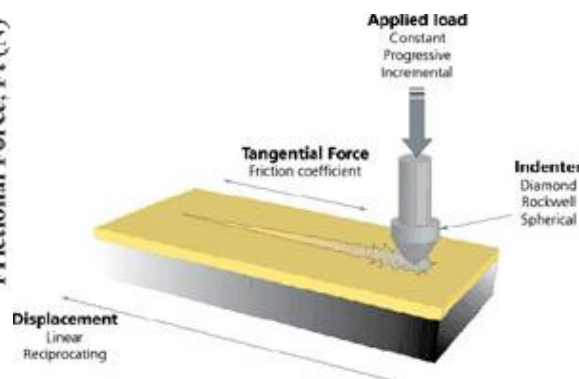
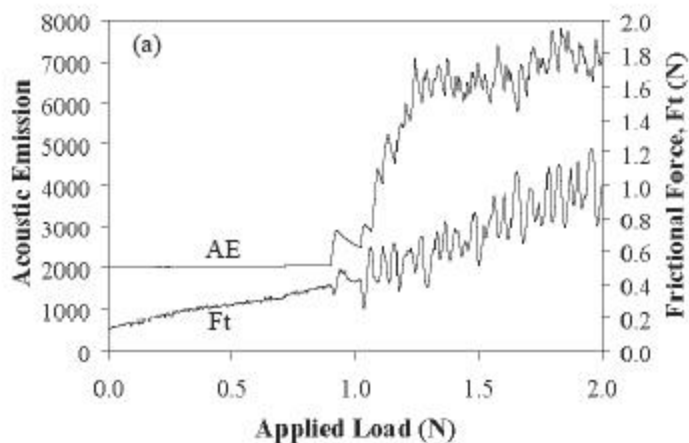


UMT Multi-Specimen Test System je úspěšně využíván na tribologické testování železných a neželezných kovů, plastů, keramiky, papírů, kompozitů, tenkých a tlustých vrstev, stejně tak jako pevných a kapalných lubrikantů, olejů a maziv.





- Samotnému testu předcházelo přednastavení měřícího zařízení a zařízení na snímání povrchu.
- Připojeny snímače: snímač působící síly, snímač akustických vln a snímač frikčního koeficientu
- Na každém vzorku byly vytvořeny postupně narůstající silou tři vrypy, na každém vrypu bylo cílem zjistit, při jaké působící síle dojde k porušení adhezních sil a tím k porušení povrchové tenké vrstvy.
- Správnost výsledků byla potvrzena shodou změny proměnných hodnot v čase začátku porušení vrstvy, shoda byla pozorována na frikčním koeficientu, na nárůstu akustického vlnění.



# ZKOUMÁNÍ STABILITY PLAZMOVÉHO VÝBOJE

- Plazmový výboj vytvořen ve vakuovaném prostoru za současného přívodu reakčního plynu (Ar, CH<sub>4</sub>)
- Metoda RF PA CVD

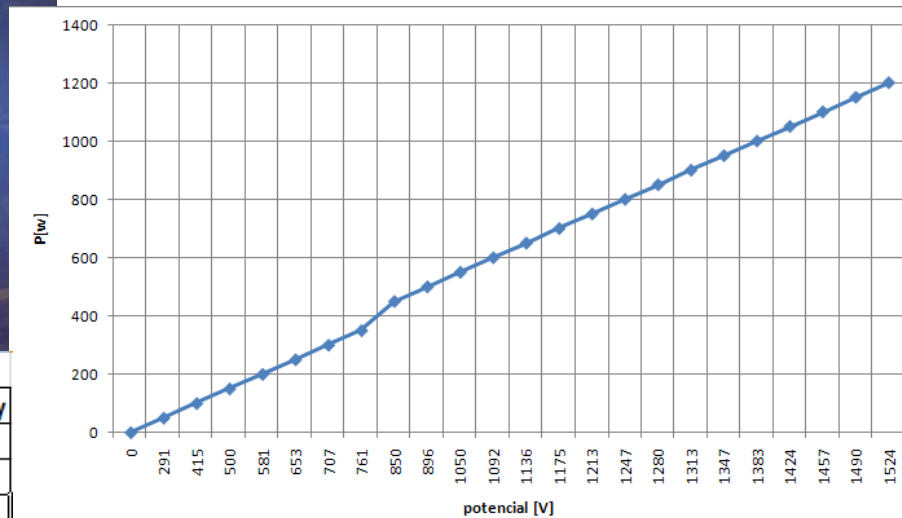
Změna vstupních parametrů:

- výkon  $P$  [W]
- velikost katod- čím menší, tím větší potenciál plazmatu.





## ○ Naměřené hodnoty



**Test Nr. 3- 2nd cathode (small sized) with the ring**

P [W]	Bias [V]	Pz [W]	p[Pa]	Plasma stability
0	0	0	10,30±0,1	Ok
50	291	0	10,30±0,1	Ok
100	415	0	10,30±0,1	Ok
150	500	0	10,30±0,1	Ok
200	581	0	10,30±0,1	Ok
250	653	0	10,30±0,1	Ok
300	707	1	10,30±0,1	Ok
350	761	2	10,30±0,1	Ok
450	850	1	10,30±0,1	Ok
500	896	2	10,30±0,1	Ok
550	1050	7	10,10±0,1	Ok
600	1092	4	10,10±0,1	Ok
650	1136	5	10,10±0,1	Ok
700	1175	7	10,10±0,1	Ok
750	1213	9	10,10±0,1	Ok
800	1247	11	10,10±0,1	Ok
850	1280	12	10,10±0,1	Ok
900	1313	14	10,10±0,1	Ok
950	1347	15	10,10±0,1	Ok
1000	1383	18	9,97±0,1	Ok
1050	1424	10	9,97±0,1	Ok
1100	1457	13	9,97±0,1	Ok
1150	1490	17	9,97±0,1	Ok
1200	1524	25	9,97±0,1	Ok





# MAGNETRONOVÉ NAPRAŠOVÁNÍ

- Bombardování terče energetickými částicemi, materiál terče se rozprašuje a tento rozprášený materiál se deponuje v rostoucí tenké vrstvě.
- Pro depozice vrstev obsahujících vodivé materiály, které nejsou efektivně dosažitelné jinými, například chemickými, metodami nanášení vrstev.
- Samotný systém pro magnetronové naprašování se skládá z jednoduché vakuové komory, která je čerpána na vysoké vakuum.
- Obvyklý pracovní tlak v komoře je okolo jednoho pascalu.
- Uvnitř komory je usazen terč zvoleného složení a umístěn je držák substrátu (samotný povlakovaný povrch).
- Terč zapojen jako katoda a na něj se přivádí napětí.
- Do komory se připouští pracovní plyn (Argon)
- Před terčem se po přivedení napětí zapálí v argonu doutnavý výboj (plazma). Výboj se projeví jako zdroj světla. Argonové ionty bombardují povrch terče, materiál se rozprašuje a je deponován na substrát. Pod materiálem terče je umístěn silný magnet, který je chlazený vodou. Přítomnost magnetického pole zefektivňuje ionizaci argonu v plazmatu a ve svém důsledku zlepšuje rozprašování.

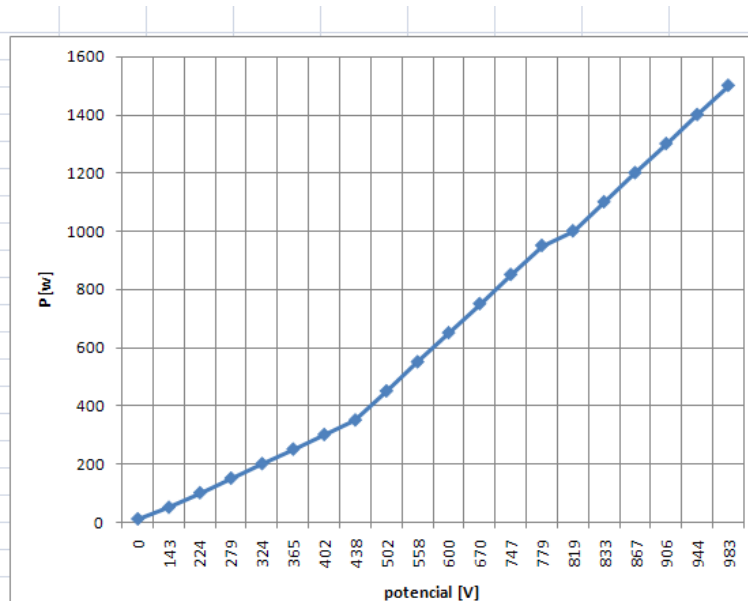




- Rozprašování nevodivých materiálů využití vysokofrekvenčního signálu, který dokáže rychle vybíjet hromadící se elektrické náboje.
- Pokud se do komory připouští spolu s pracovním plynem ještě plyn reaktivní, například kyslík nebo dusík, za vhodně nastavených podmínek budou růst oxidové nebo nitridové vrstvy rozprašovaného kovu z terče. Mluvíme pak o reaktivním magnetronovém naprašování.
- Nevýhodou reaktivního magnetronového naprašování je ale nalezení a udržení vhodných depozičních podmínek.

*Test Nr.1- 1st cathode (middle sized) with ring*

P [w]	Pz [w]	Bias [V]	p[Pa]	Plasma stability
10	0	0	10,60±0,1	OK
50	0	143	10,60±0,1	OK
100	0	224	10,60±0,1	OK
150	0	279	10,60±0,1	OK
200	0	324	10,60±0,1	OK
250	0	365	10,60±0,1	OK
300	0	402	10,60±0,1	OK
350	0	438	10,60±0,1	OK
450	0	502	10,60±0,1	OK
550	0	558	10,60±0,1	OK
650	0	600	10,60±0,1	OK
750	3	670	10,60±0,1	OK
850	4	747	10,60±0,1	OK
950	3	779	10,60±0,1	OK
1000	6	819	10,60±0,1	OK
1100	7	833	10,60±0,1	OK
1200	8	867	10,60±0,1	OK
1300	12	906	10,60±0,1	OK
1400	13	944	10,60±0,1	OK
1500	16	983	10,60±0,1	OK



- Tvorba tenkých vrstev hydroxylapatitu na podklad z titan-chrom-vanadové oceli.

Cíl pokusu: vytvoření vrstvy s různou strukturou – spodní vrstva krystalická, svrchní amorfní.



**DĚKUJEME ZA POZORNOST**

