

Zpráva o praxi v HVM Plasma s. r. o.

Pavel Ondračka

30. srpna 2012

1 O firmě

HVM Plasma je Česká firma založená v roce 1992 jež se zabývá technologiemi povlakování metodami PVD¹ a PACVD². Jedná se konkrétně o vývoj, konstrukce a výrobu vakuových zařízení, zakázkové povlakování, vývoj nových technologií povlakování a měření vlastností tenkých vrstev. Firma má v současné době asi 75 zaměstnanců, centrála sídlí v Praze, s výrobními středisky taktéž v Praze a v Brně. Moje odborná praxe probíhala právě ve výrobním středisku v Brně Modřicích.

1.1 Technologie depozice tenkých vrstev

Pro výrobu povlaků a tenkých vrstev se ve firmě HVM Plasma používají reaktory od firmy Hauzer Techno Coating. V Brněnském povlakovacím středisku je celkem pět reaktorů: modely HTC1200, HTC1500 a HTC625. Technologie depozice je jednak magnetronové naprašování, a také PACVD využívající stejnosměrné pulzní napětí. Těmito postupy je vyráběno široké spektrum vrstev, například povlaky: TiN, TiCN, Cr, CrN, Me-C:H a DLC³, případně jejich kombinace. Při depozicích je potřeba vysokého vakua, k tomu slouží čerpací systém složený z olejových a turbomolekulárních vývěv. Čistoty dílů před depozicí se dosahuje jednak díky praní ve speciální ultrazvukové víceetapové myčce na vodní bázi, jedna plazmovým čištěním před zahájením depozice.

1.2 Kontrola kvality

Jelikož mají zákazníci vysoké nároky na kvalitu výroby a povlakování, je potřeba provádět kontroly dílů jednak před povlakováním a také po povlakování. Požadované parametry závisejí na konkrétním zákazníkovi a procesu, ovšem některé významné parametry

¹Physical Vapour Deposition

²Plasma Assisted Chemical Vapour Deposition

³Diamond Like Carbon



Obrázek 1: Hauser Techno Coatings HTC1500

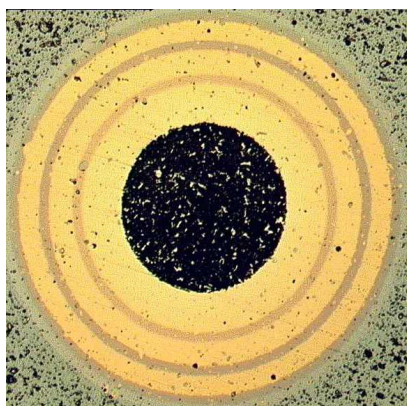


Obrázek 2: Hauser Techno Coatings HTC1500

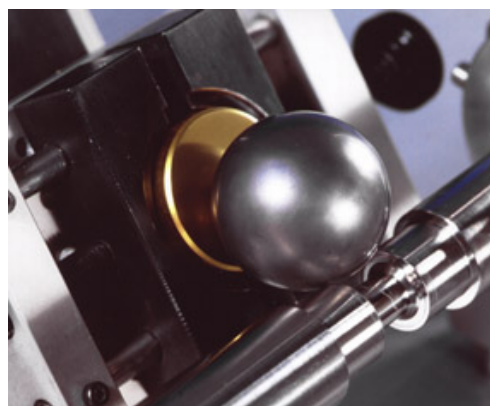
se měří pro většinu vrstev. Jedná se konkrétně o adhezi, tloušťku vrstvy, drsnost a mikrotvrdomost. Dále se kontrolují geometrické parametry výrobku, například pro písty je to kruhovitosť, válcovitost, přímmost atd. Jelikož jsem většinu své praxe strávil právě v laboratoři kontroly kvality, následuje krátký souhrn používaných metod.

1.2.1 Tloušťka vrstvy

Tloušťka vrstev je v HVM měřena pomocí tzv. kalotestu. Pomocí koule o definovaném průměru potřená diamantovou pastou se do vrstvy vybrousí kruhový vrchlík, tzv. kalota. Ta je poté zkoumána na mikroskopu a jsou odečteny průměry kružnic ohraničujících vrstvu a substrát, ze kterých je následně vypočítána tloušťka vrstvy. Výhoda toho postupu je, že se dá dobře použít i pro multivrstvy, a zjistit tloušťku jednotlivých vrstev (někdy je potřeba použít kyselinu na zvýšení kontrastu). Nevýhodou kalotestu je požadavek poměrně hladkého povrchu.



Obrázek 3: Kalota na multivrstvě



Obrázek 4: Kalotest



Obrázek 5: Mikrotvrdoměr HM1500



Obrázek 6: Drsnoměr Perthometer S2

1.2.2 Mikrotvrдость

Je určována zejména pro tenké vrstvy, definice je stejná jako u klasické tvrdosti, ale hlavní rozdíl spočívá ve volbě velikosti maximální zátěže. V tomto případě je maximální zátěž v řádu desítek mN. Důvodem použití tak nízkých zátěžných sil spočívá v nutnosti měření tvrdosti samotné vrstvy bez vlivu materiálu na kterém je vrstva nanesena. Hlavní výhodou těchto typů přístrojů je měření tvrdosti v průběhu zatěžování i během odtěžování. Výsledkem měření je pak nejen výsledné číslo odpovídající tvrdosti materiálu, ale i tvar zatěžovací a odtěžovací křivky. Na ní je možné rozpoznat nejen nehomogenity, vměstky v různých hloubkách apod., ale mezi hlavní výhody patří rozpoznání podílu elastické a plastické deformace.

1.2.3 Drsnost

Je souhrn nerovností povrchu s relativně malou vzdáleností, které nevyhnutelně vznikají při výrobě nebo jejím vlivem. V případě nanášení PVD vrstev je drsnost způsobená jak vlastním opracováním nástroje, tak i odprašovaným materiálem, který je deponován na nástroj. Při měření drsnosti se nepočítají vady povrchu, tj. náhodné nepravidelné nerovnosti, které se vyskytují jen ojediněle (rysky, trhlínky, důlky apod.) a které vznikají vadami materiálu, poškozením aj.

1.2.4 Adheze

Jedná se vyhodnocování přilnavosti vrstvy k povlakovanému nástroji. V HVM jsou využívány dvě metody pro měření adheze povlaků k substrátu.

Scratch test – při vyhodnocování se využívá principu postupně se zvyšující zátěžné síly na diamantový Rockwellův hrot při současném posouvání špičky hrotu po měřené vrstvě. S ohledem na běžné velikosti přilnavosti se prakticky používá zátěžná síla v rozsahu 20 - 120N. Při měření vrstvy je detekována akustická emise, která se mění při odtržení vrstvy což koresponduje s určitou hodnotou zátěže. Tato kritická hodnota při které dochází k odtržení vrstvy se označuje jako adheze vrstvy. Navíc je možné provést závěrečnou kontrolu pomocí optického mikroskopu. Pomocí mikroskopu se určí na vzniklé dráze místo, kde došlo k odtržení vrstvy a je odečtena přesná hodnota kritické zátěže.

Rockwell – provozní metoda měření adheze, která se měří pomocí Rockwellova tvrdoměru. Opticky se hodnotí vtisk Rockwellova hrotu na pomocném vzorku, respektive odlupování vrstvy v jeho okolí. K hodnocení slouží empirická stupnice HF0 až HF8, kdy vyhovující adheze je HF0 až HF3.

2 Průběh praxe

V prvních dnech jsem byl seznámen s činností firmy, s používanými technologiemi, pracovními postupy, výrobou a činností laboratoře na kontrolu kvality. Zbytek času jsem strávil v laboratoři měřením vyrobených dílů především pak adheze, drsnosti, tloušťky a geometrických parametrů. Jednalo se o hlavně o povlaky Cr₂N a wolfram-chrom-DLC na výrobky pro automobilový průmysl. Ke konci praxe jsem již byl schopen samostatně a úspěšně vykonávat většinu činností v laboratoři.

3 Závěr

Praxe v HMTV pro mě byla velmi užitečná. Jednak jako seznámení s dalšími depozičními postupy, které jsem dříve neznal (například použití pulzního DC napětí při depozicích versus použití 12,56 MHz kapacitně vázaného výboje používaného v reaktorech na ústavu fyzikální elektroniky), což pro mě bude přínosné při dalším studiu fyziky plazmatu. Další velkou zkušeností bylo seznámení se s prostředím průmyslové výroby. Cennou zkušeností byla i praxe v laboratoři a práce s měřicími přístroji.