

Název práce: Electron beam characterization of technical surfaces at cryogenic temperatures

Posudek oponenta

Oponent: Doc. RNDr. Václav Nehasil, PhD.
Katedra fyziky povrchů a plazmatu
Matematicko - fyzikální fakulta UK
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8
E - mail: nehasil@mbox.troja.mff.cuni.cz, tel.: 732 872 612

Práce se zabývá hlavně sekundární elektronovou emisí a elektronově stimulovanou desorpcí za nízkých teplot a porovnává jejich průběh v závislosti na různých parametrech (teplota, energie a intenzita primárních elektronů, stav povrchu z hlediska morfologie i čistoty a dalších). U obou jevů nachází některé společné prvky chování při podobných parametrech primárních elektronů.

Práce je experimentální, měření byla prováděna v laboratořích v CERNu. Je velice podrobná a rozsáhlá (194 stran bez příloh, 237 s nimi) a je podepřena širokým spektrem literatury (332 citací). Naměřené výsledky jsou pečlivě diskutovány a vysvětlovány. Práce by jistě zasloužila podrobnější diskusi a hodnocení jejího přínosu než je možné v rámci její obhajoby.

Hlavní přínos práce vidím v širokém souboru informací o uvolňování plynů a emisi elektronů v ultravakuových systémech za nízké teploty, což může být zásadní problém při konstrukci komplikovaných laboratorních zařízení, jako jsou urychlovače. Získané výsledky mohou pomoci k optimalizaci při návrhu těchto zařízení. V každém případě získané výsledky potvrzují či rozšiřují naše znalosti o chování povrchů za specifických podmínek, které byly v prováděných experimentech nastaveny.

Práce je dělena do šesti kapitol. V prvních třech autor seznamuje čtenáře s důvody, proč byla prováděna, se základem a principy použitých metod a s možnostmi využití získaných výsledků. Tato kapitola je vlastně hodně rozšířený úvod, který pomůže čtenáři orientovat se v tématu a vtáhne ho do problematiky. Je významná právě proto, že detailně neseznámenému čtenáři umožní orientovat se v dalším textu.

Ve čtvrté kapitole je detailně popsáno experimentální zařízení, na kterém práce vznikala. Zařízení je značně komplikované a z jeho popisu je zřejmé, že uchazeč musel zvládnout složitý systém několika experimentálních metod a jde tedy učinit závěr, že je nadprůměrně experimentálně i technicky zručný.

Největší prostor - 63 stran - je věnován páté kapitole "Výsledky a diskuse". Kapitola obsahuje značné množství obrázků z autorových vlastních měření a výsledky jsou pečlivě popisovány a interpretovány. Šestá kapitola pojednává o možných aplikacích těchto výsledků.

K práci mám několik poznámek a dotazů:

Dotazy:

- 1) Práce je prováděna na nejrůznějších neorientovaných materiálech. To je samozřejmě odůvodněné jejím přesahem do konstrukční praxe. Víím, že by to znamenalo značné zvýšení objemu práce a času, nicméně neuvažovali jste o experimentech na orientovaných povrchích, které by možná poskytly informaci o vlivu jednotlivých krystalových rovin na chování povrchu?
- 2) Křivky TPD, ESD a SEY v závislosti na teplotě či vlastnostech primárního elektronového svazku mají podobný tvar (křivka s maximem), což je v několika případech diskutováno. Ovšem je zde základní rozdíl, neboť obzvláště ve vodivých vzorcích jsou emitované elektrony doplňovány z okolí a tedy jejich množství je určeno hlavně primárním svazkem (energie a úhel dopadu na povrch - pronikání do hloubky pod povrch a interakce s elektrony, které budou emitovány). V případě desorbovaných molekul se projeví zejména jejich množství na povrchu, které se s probíhajícím experimentem snižuje. Prosím o určité zamyšlení a komentář.
- 3) Strana 135, 9. řádek hora - nárůst teploty při TPD - β - standardně bylo pracováno při 10 K/s, na porézní povrchy bylo použito 5 a 3 K/s. Důvod nižší hodnoty β je zřejmý - pomalejší průběh desorpce z pórů. Ovšem jsem přesvědčen, že P. A. Redhead odhaduje maximální β pro dosažení přesnosti stanovení desorpční energie 5 % maximálně $\beta = 5$ K/s. S jakou přesností počítáte u výsledků s $\beta = 10$ K/s?

Poznámky:

- 1) Grafická úroveň práce je velmi dobrá, nicméně vytýkám velikost popisků os grafů a tabulek parametrů vložených do grafů. Měl jsem práci v digitální formě, tedy jsem neměl problém ji zvětšit. Myslím ale, že ve vytištěné formě se čtenář bez lupy neobejde.
- 2) Strana 120, 3. řádek shora - inset - v žádném obrázku kolem textu s tímto slovem (obrázky 5.26 a 5.27) žádný inset není.
- 3) Strana 102, měření XPS - jaká byla primární energie rentgenového záření?
- 4) Obrázek 6.5 vpravo - chybí popis fialových křivek.

Celkově se jedná o práci pečlivou, rozsáhlou a svými výsledky inspirující v praxi. Proto doporučuji, aby byl autorovi po úspěšné obhajobě udělen titul PhD.

7. 7. 2023

Doc. RNDr. Václav Nehasil, PhD.